

1-1-2005

Evaluación de aspectos que influyen en los flujos de carga del proceso de laminación, en la obtención de harina de maíz precocida Promasa

Angelica Patricia Huertas Moreno
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos

Citación recomendada

Huertas Moreno, A. P. (2005). Evaluación de aspectos que influyen en los flujos de carga del proceso de laminación, en la obtención de harina de maíz precocida Promasa. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/421

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería de Alimentos by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**EVALUACIÓN DE ASPECTOS QUE INFLUYEN EN LOS FLUJOS DE CARGA
DEL PROCESO DE LAMINACIÓN, EN LA OBTENCIÓN DE HARINA DE MAÍZ
PRECOCIDA PROMASA**

ANGELICA PATRICIA HUERTAS MORENO
43981036

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
BOGOTÀ D.C.
2005

**EVALUACIÓN DE ASPECTOS QUE INFLUYEN EN LOS FLUJOS DE CARGA
DEL PROCESO DE LAMINACIÓN, EN LA OBTENCIÓN DE HARINA DE MAÍZ
PRECOCIDA PROMASA**

ANGELICA PATRICIA HUERTAS MORENO

43981036

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero de
Alimentos

Director: Ing. Carlos Cardona
 Docente Universidad de la Salle

Asesor: Ing. Javier Otero
 Alimentos Polar. Promasa

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
BOGOTÀ D.C.

2005

Nota de aceptación:

Firma del Presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

Les dedico con gran amor este trabajo a:

DIOS, por darme la capacidad física y mental para desarrollarlo, y permitir que ésta experiencia fuera realidad.

MI FAMILIA, por darme su apoyo, amor y dedicación a lo largo de mi carrera y de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme la vida, la salud, y la sabiduría para culminar ésta experiencia en mi vida.

A toda mi familia, por todo su amor y apoyo demostrado a lo largo de mi carrera.

A la Universidad de la Salle por la orientación y el valioso conocimiento transmitido.

A ALIMENTOS POLAR, PROMASA, por brindarme la oportunidad de realizar éste trabajo. Y a todo el personal de la Planta un agradecimiento muy especial por su gran apoyo, colaboración y compañerismo.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
1. MARCO REFERENCIAL. EL MAÍZ	5
1.1 ESTRUCTURA FÍSICA	6
1.1.1 Pericarpio	8
1.1.2 Endospermo	9
1.1.3 Germen	10
1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA	11
1.2.1 Carbohidratos	12
1.2.1.1 Almidón	13
1.2.2 Proteínas	17
1.2.3 Lípidos	21
1.2.4 Minerales	22
1.2.5 Vitaminas	23

2. METODOLOGIA	25
3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE MAÍZ PRE-COCIDA PROMASA	29
3.1 RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	29
3.2 LIMPIEZA	29
3.3 DEGERMINACIÓN	29
3.4 LAMINACIÓN	30
3.4.1 Humidificación	30
3.4.2 Acondicionado	31
3.4.3 Cocción	31
3.4.4 Laminado	32
3.4.5 Secado	32
3.4.6 Enfriado	33
3.4.7 Premolienda	33
3.4.8 Silos de Hojuela	34
3.5 MOLIENDA	34
3.6 EMPAQUE	34
4. SEGUIMIENTO DE VARIABLES DEL PROCESO DE LAMINACIÓN	35
4.1 OBJETIVOS	35
4.2 MATERIA PRIMA Y PROCEDIMIENTO	35
4.3 RESULTADOS	37

4.3.1 Humidificación	37
4.3.2 Acondicionado	39
4.3.3 Cocción	40
4.3.4 Laminado	41
4.3.5 Secado	43
4.3.6 Enfriado	44
4.3.7 Premolienda	45
4.3.8 Silos de Hojuela	48
4.4 ANALISIS DE RESULTADOS	48
5. ENSAYOS Y EVALUACIONES REALIZADAS	52
5.1 HUMIDIFICACIÓN Y ACONDICIONADO	52
5.1.1 Ensayo: Reducción de tiempo de Acondicionado de grits en la Línea 2.	52
5.1.1.1 Objetivos	52
5.1.1.2 Materia Prima y Procedimiento	52
5.1.1.3 Resultados	56
5.1.1.4 Análisis de Resultados	56
5.1.2 Ensayo: Mayor Reducción de tiempo de Acondicionado de grits en la Línea 2	56
5.1.2.1 Objetivo	56
5.1.2.2 Materia Prima y Procedimiento	57
5.1.2.3 Resultados	61

5.1.2.4 Análisis de Resultados	62
5.2 COCCIÓN	63
5.2.1 Evaluación de granulometría de grits en la Cocción	63
5.2.1.1 Objetivos	63
5.2.1.2 Materia Prima y Procedimiento	63
5.2.1.3 Resultados	64
5.2.1.4 Análisis de Resultados	66
5.2.2 Evaluación de variables en la operación de Cocción	67
5.2.2.1 Objetivo	67
5.2.2.2 Materia prima y Procedimiento	67
5.2.2.3 Resultados	69
5.2.2.4 Análisis de Resultados	70
5.3 LAMINADO	71
5.3.1 Ensayo: Variación del % de cascarilla retirado mediante las aspiraciones de los laminadores	71
5.3.1.1 Objetivos	71
5.3.1.2 Materia Prima y Procedimiento	71
5.3.1.3 Resultados	72
5.3.1.4 Análisis de Resultados	73
5.3.2 Ensayo: Variación del % de germen retirado mediante las aspiraciones de los laminadores	74

5.3.2.1	Objetivos	74
5.3.2.2	Materia Prima y Procedimiento	74
5.3.2.3	Resultados	74
5.3.2.4	Análisis de Resultados	76
5.3.3	Ensayo: Variación de Presión de Aspiración en los laminadores de la Línea 2	76
5.3.3.1	Objetivos	76
5.3.3.2	Materia Prima y Procedimiento	77
5.3.3.3	Resultados	78
5.3.3.4	Análisis de Resultados	79
5.3.4	Ensayo: Ampliación del Área de Aspiración en el Laminador N°5 de la Línea 2	80
5.3.4.1	Objetivos	80
5.3.4.2	Materia Prima y Procedimiento	80
5.3.4.3	Resultados	80
5.3.4.4	Análisis de Resultados	81
5.3.5	Evaluación de las propiedades de Cocción de la hojuela de los laminadores de la Línea 2	81
5.3.5.1	Objetivos	81
5.3.5.2	Procedimiento	81
5.3.5.3	Resultados	82

5.3.5.4 Análisis de Resultados	83
5.4 SECADO, ENFRIADO Y PRE-MOLIENDA	84
5.4.1 Evaluación de las variables en las operaciones de Secado, Enfriado y Premoliendo	84
5.4.1.1 Objetivos	84
5.4.1.2 Procedimiento	84
5.4.1.3 Resultados	85
5.4.1.4 Análisis de Resultados	88
6. CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES	93
GLOSARIO	95
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Dimensiones y pesos de 1000 granos de cereal	5
Tabla 2. Proporciones de las partes anatómicas de los principales cereales	11
Tabla 3. Composición química aproximada del grano de los cereales	11
Tabla 4. Composición de carbohidratos en cereales	12
Tabla 5. Diferentes proteínas del grano de los cereales	18
Tabla 6. Composición de aminoácidos de las proteínas del maíz extraídas con determinados disolventes	18
Tabla 7. Composición de aminoácidos de las proteínas del endospermo de maíz	19
Tabla 8. Distribución de proteína en el maíz	19
Tabla 9. Riqueza de aminoácidos en los granos de cereal	20
Tabla 10. Contribución de los ácidos grasos a los lípidos de los cereales	21
Tabla 11. Componentes minerales de los granos de maíz	22
Tabla 12. Riqueza vitamínica del grano de los cereales	23
Tabla 13. Porcentajes de los constituyentes totales del maíz presentes en las principales partes morfológicas	24
Tabla 14. Resultados. Variables de la Humidificación (Humidificador)	37
Tabla 15. Resultados. Variables de Acondicionado (Temperos)	39
Tabla 16. Resultados. Variables de Cocción (Cocinas verticales)	40
Tabla 17. Resultados. Variables de Laminado (Laminadores)	41
Tabla 18. Resultados. Variables de Secado (Secadores)	43
Tabla 19. Resultados. Variables de Enfriado (Enfriadoras)	44

Tabla 20. Resultados. Variables de Premoliendo (Bancos de Premolienda)	45
Tabla 21. Resultados. Granulometrías de Premoliendas (Bancos de Premolienda)	46
Tabla 22. Resultados. Variables de Silos de Hojuelas	48
Tabla 23. Resultados. Reducción de tiempo de Acondicionado de grits en la Línea 2	56
Tabla 24. Resultados. Humedad y Temperatura de grits. Entrada Temperos	61
Tabla 25. Resultados. Granulometría de grits. Entrada de Temperos	64
Tabla 26. Resultados. Características físicas de grits. Entrada a Temperos	65
Tabla 27. Resultados. Presión de vapor. Columna Cocinas	69
Tabla 28. Resultados. Presión de vapor. Entrada Cocinas	70
Tabla 29. Resultados. Variación del % de cascarilla	72
Tabla 30. Resultados. Variación del % de germen	75
Tabla 31. Resultados. Variación de Presión de Aspiración del Laminador 6	78
Tabla 32. Resultados. Variación de Presión de Aspiración del Laminador 5	78
Tabla 33. Resultados. Variación de Presión de Aspiración del Laminador 4	79
Tabla 34. Resultados. Variación de Presión de Aspiración del Laminador 6 (Duplicado)	79
Tabla 35. Resultados. Ampliación de Área de aspiraciones en Laminador 5	80
Tabla 36. Resultados. Expansión y Separación de agua de hojuela de Laminadores	82
Tabla 37. Resultados. Humedad Hojuela. Salida Secadores	85
Tabla 38. Resultados. Temperatura Hojuela. Salida Secadores	86
Tabla 39. Resultados. Humedad Hojuela. Entrada Enfriadoras	86
Tabla 40. Resultados. Temperatura Hojuela. Entrada Enfriadoras	87
Tabla 41. Resultados. Temperatura Hojuela. Entrada Premolienda	88

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Gráfico 1. Grano de maíz Amarillo y Blanco	5
Gráfico 2. Estructura Física del Grano de Maíz	7
Gráfico 3. Diagrama de Bloques. Producción de Harina de maíz Precocida Promasa	34
Gráfico 4. Diagrama de Flujo. Proceso de Laminación. Línea 2	34
Gráfico 5. Diagrama de Flujo. Proceso de Laminación de las dos Líneas	35
Gráfico 6. Diagrama de flujo. Seguimiento de variables del Proceso de Laminación	36
Gráfico 7. Variables de la Humidificación (Humidificador)	38
Gráfico 8. Variables del Acondicionado (Temperos)	39
Gráfico 9. Variables de Cocción (Cocinas verticales)	40
Gráfico 10. Variables de Laminado (Laminadores)	42
Gráfico 11. Variables de Secado (Secadores)	44
Gráfico 12. Variables de Enfriado (Enfriadoras)	45
Gráfico 13. Variables de Premolienda (Bancos de Premolienda)	46
Gráfico 14. Granulometría de Premolienda (Bancos de Premolienda)	47
Gráfico 15. Variables de Silos de Hojuela	48
Gráfico 16. Diagrama de Flujo. Reducción de tiempo en el Acondicionado. Línea 2	53
Gráfico 17. Diagrama de Flujo. Acondicionado antes del traslado del Humidificador en la Línea 2	58

Gráfico 18. Diagrama de Flujo. Acondicionado después del traslado del Humidificador en la Línea 2	60
Gráfico 19. Humedad y Temperatura de grits. Entrada Temperos vs. Tiempo.	61
Gráfico 20. Diagrama de Flujo. Evaluación de Granulometría de Grits en la Cocción	63
Gráfico 21. Granulometría de grits. Entrada a Temperos	65
Gráfico 22. Características físicas de grits. Entrada a Temperos	66
Gráfico 23. Diagrama de Flujo. Evaluación de variables en la Cocción	68
Gráfico 24. Presión de vapor. Columna Cocinas vs. Tiempo	69
Gráfico 25. Presión de vapor. Entrada Cocinas vs. Tiempo	70
Gráfico 26. Mezclas de Harina con cascarilla vs. Humedad y Grasa	73
Gráfico 27. Mezclas de Harina con cascarilla vs. Expansión y Separación de agua	73
Gráfico 28. Mezclas de Harina con germen vs. Humedad y Grasa	75
Gráfico 29. Mezclas de Harina con germen vs. Expansión y Separación	76
Gráfico 30. Diagrama de Flujo. Aspiraciones Línea 2	77
Gráfico 31. Expansión y Separación de agua de Hojuela de Laminadores vs. Tiempo	83
Gráfico 32. Diagrama de Flujo. Evaluación de variables en las operaciones de Secado, Enfriado y Premolienda	84
Gráfico 33. Humedad Hojuela. Salida Secadores vs. Tiempo	85
Gráfico 34. Temperatura Hojuela. Salida Secadores vs. Tiempo	86
Gráfico 35. Humedad Hojuela. Entrada Enfriadoras vs. Tiempo	87
Gráfico 36. Temperatura Hojuela. Entrada Enfriadoras vs. Tiempo	87
Gráfico 37. Temperatura Hojuela. Entrada Pre-molienda vs. Tiempo	88

ANEXOS

	pág.
Anexo A. Datos. Seguimiento de variables del Proceso de Laminación	102
Anexo B. Datos. Mayor Reducción de Tiempo de Acondicionado de grits en la Línea 2	111
Anexo C. Datos. Evaluación de Granulometría de grits en la Cocción	112
Anexo D. Datos. Evaluación de variables en la operación de Cocción	115
Anexo E. Datos. Evaluación de las propiedades de Cocción de la hojuela en Laminadores de la Línea 2	124
Anexo F. Datos. Evaluación de variables en las operaciones de Secado, Enfriado y Premolienda	125

INTRODUCCIÓN

Es política y compromiso de la UEN (Unidad Estratégica de Negocios) de Alimentos de Empresas Polar, suministrar en forma permanente productos y servicios que satisfagan las necesidades de nuestros consumidores, mediante el mejoramiento continuo de la calidad en todos los aspectos; asegurando la permanencia de las empresas y contribuyendo a la conservación del medio ambiente y al mejoramiento de la calidad de vida en los mercados donde se participa. Así mismo el producto terminado debe cumplir con los estándares de calidad internos y externos, para ofrecer al consumidor una Harina de maíz precocida que proporciona las características y propiedades deseadas por el mismo.

En toda producción en planta, juega un papel importante la eficiencia de los equipos, logrando aprovechar su capacidad, ya que de esto dependen los costos de combustible, tiempo y en general el funcionamiento eficiente en toda la planta. Alimentos Polar UEN (Unidad estratégica de negocios) de Alimentos funciona con tres plantas de maíz (Remavenca en Cumaná, Chivacoa y Turmero), un pastificio (Mosaca en Maracaibo), tres plantas procesadoras de alimentos para animales (Procría en Santa Cruz de Aragua, Maracaibo y Chivacoa), una planta de empaques (Rotoven en Maracay), una planta de salsas y untables (Mavesa Alimentos en Valencia), una planta de limpieza (Mavesa Limpieza en Valencia), una planta de alimentos refrigerados del mar (Alimar en Cumaná), una planta de alimentos enlatados (Alimentos Margarita en Mariguitar), una planta procesadora de aceite de palma (Palmonagas en Monagas), una planta de helados (Productos EFE en Caracas) y una planta de maíz y avena en el exterior (Promasa en Colombia).

PROMASA queda ubicada en Facatativa (Cund.) donde se realiza un procesamiento en seco del maíz, para la obtención de harina blanca ò amarilla ò harina maíz – arroz, con una producción diaria de aprox. 300 ton/día.

Este trabajo se divide en 5 partes principales;

Primero, se realiza una recopilación teórica acerca del maíz y su composición física y química.

Segundo, se realiza un análisis de todo el proceso de Producción de la Harina de maíz precocida en la planta, así como una explicación de cada una de las operaciones que componen el proceso de Laminación.

Tercero, se realiza una identificación y seguimiento de todas las variables en el proceso de Laminación, así como una comparación entre las dos líneas, debido a la diferencia de flujos de carga que se manejan en cada una de ellas.

Cuarto se realiza un análisis de las diferencias encontradas entre las dos líneas, así como una serie de ensayos y evaluaciones en todo el proceso de laminación, manejando variables con el fin su medir el efecto sobre el flujo de carga, y las propiedades de la Harina.

Por último, se citan las conclusiones y las recomendaciones pertinentes.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar las variables del proceso de Laminación que determinan el flujo de carga, en la obtención de Harina de maíz Precocida.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir todo el proceso de obtención de Harina de maíz precocida y analizar cada una de las operaciones que componen la Laminación.
- Identificar las variables presentes en el proceso de Laminación en la obtención de Harina de maíz precocida.
- Diferenciar el comportamiento de las variables del proceso de Laminación de la Línea 2, con respecto a la Línea 1, ya que los laminadores de ésta última, manejan el flujo de carga deseado.
- Con base a las diferencias encontradas entre las dos Líneas de Laminación, realizar ensayos y evaluaciones, manejando variables con el fin de medir el efecto sobre el flujo de carga, y las propiedades de la Harina.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

ALIMENTOS POLAR Planta PROMASA, produce de Harina de maíz precocida blanca y amarilla, con maíz nacional e importado, proceso que consta de las siguientes operaciones: Limpieza, Degerminación, Cocción, Laminación, Molienda y Empaque. Durante el proceso de Laminación, el cuál se compone de varias operaciones; se utilizan equipos "Laminadores" en los cuáles básicamente entra grits ò endospermo de maíz cocido y por daño mecánico entre 2 rodillos, salen hojuelas de maíz húmedas con propiedades de consistencia de masa y absorción de agua por modificación de las moléculas de almidón. La Laminación consta de 2 Líneas; de las cuáles, la Línea 1 posee 2 laminadores y la Línea 2 posee 3 laminadores. Estos equipos tienen una capacidad de flujo de carga de hasta 72 Kg de grits/min. aprox.; de los cuáles los laminadores de la Línea 2, trabajan a 45 Kg de grits/min., ya que al generar un aumento en el flujo de carga de grits, se reduce la calidad de cocción de la hojuela saliente, presentando deficiencias en las propiedades de consistencia y absorción de agua en la Harina; las cuáles son medidas mediante las Pruebas de Expansión y Separación de agua, en el laboratorio. La instalación de la Línea 2 fue aprox. hace 3 años, y desde entonces éstos laminadores no han podido manejar flujos de carga de mas de 40-45 Kg./min., mientras que la Línea 1 si ha logrado flujos de carga de hasta 72 Kg./min.

Debido a esto se ve la necesidad de evaluar todos los aspectos y variables en diferentes puntos del proceso de Laminación, que influyan y determinen tanto el flujo de carga de los laminadores, como las propiedades de consistencia y absorción de agua de la harina.

1. MARCO REFERENCIAL. EL MAÍZ

El maíz es un cereal perteneciente a la familia de las Gramíneas, de mayor tamaño que los demás, la parte basal es estrecha, el ápice ancho y no existe surco ventral. El grano tiene un peso medio de 350 mg., es de color muy variable; los colores más corrientes son el blanco y el amarillo. Una mazorca tiene entre 12 y 16 hileras y entre 190 y 300 granos; se estima que cada 1000 granos pesan alrededor de 190 y 300 g. Por lo que en base seca el grano constituye aproximadamente el 42 % del peso de la planta.

Gráfico 1. Grano de maíz Amarillo y Blanco



Tabla 1. Dimensiones y Pesos de 1000 granos de cereal.

Cereal	Dimensiones		Peso de 1000 granos
	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Promedio (g)
Centeno	4.5-10	1.5-3.5	21
Sorgo	3-5	2-5	28
Arroz (vestido)	5-10	1.5-5	27
Avena	6-13	1.0-4.5	32
Cebada	8-14	1.0-4.5	35
Maíz	8-17	5-15	324
Trigo	5-8	2.5-4.5	37

Fuente: KENT N.L. Tecnología de los Cereales. P 17

Tipos de Maíz

- Dentado (Z. mays indentana)
- Duro (Z. mays indurata)
- Tunicado (Z. mays tunicata)
- Reventón (Z. mays everta)
- Blando ò harinoso (Z. mays amylacea)
- Dulce (Z. mays sacchorota)
- Céreo (Z. mays ceratina)

1.1 ESTRUCTURA FÍSICA

El grano de maíz es una cariósida desnuda compuesta por:

1.1.1 Pericarpio 6% aprox.

- Epidermis ò Epicarpio
- Mesocarpio
- Endocarpio
 - Células Transversales
 - Células Tubulares
 - Cubierta Seminal (testa)

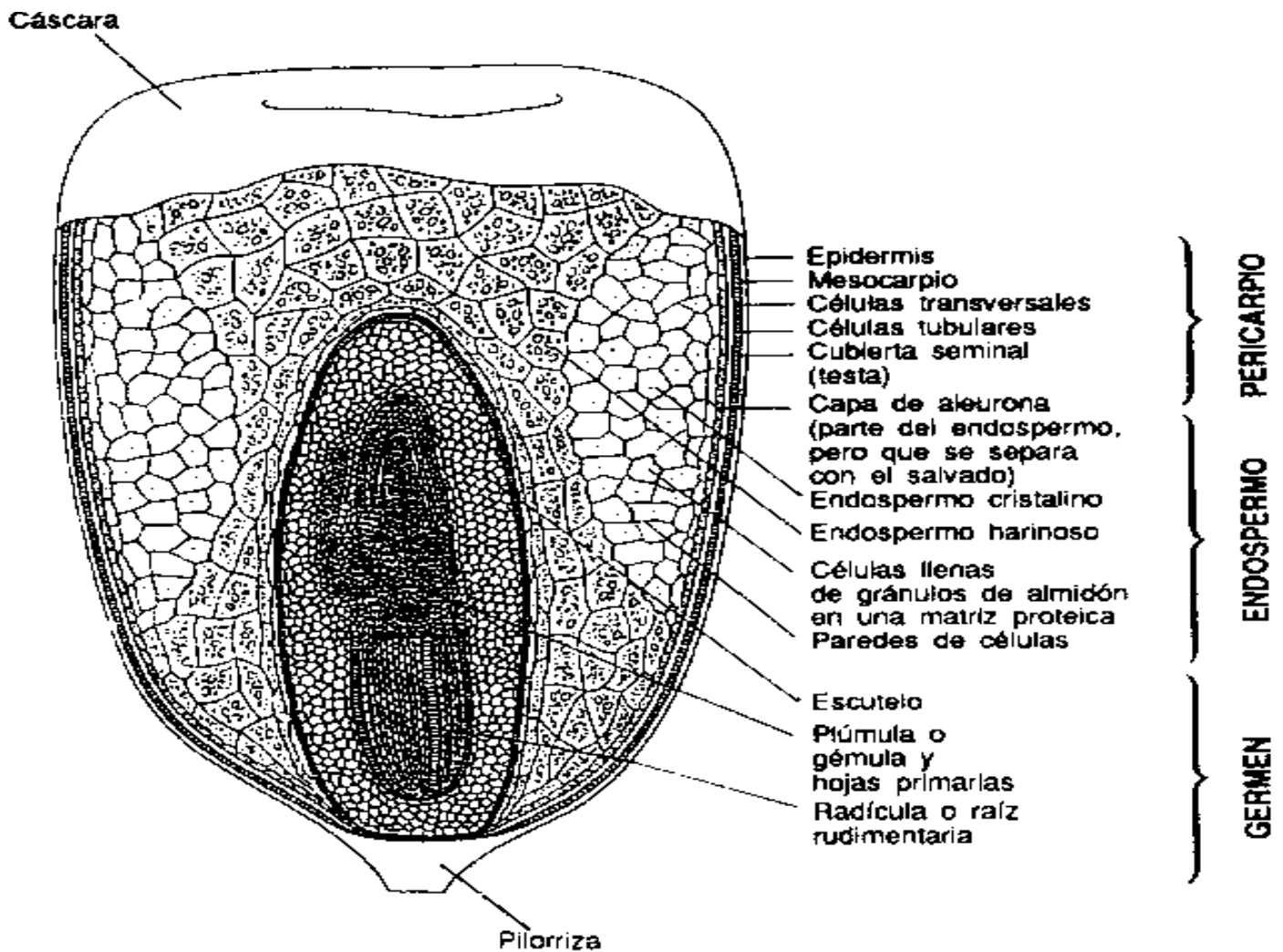
1.1.2 Endospermo 83% aprox.

- Capa de aleurona (Parte del endospermo, pero que se separa con el salvado)
- Endospermo cristalino
- Endospermo harinoso

1.1.3 Germen 11% aprox.

- Escutelo
- Plumula ò gèmula y hojas primarias
- Radícula ò raíz rudimentaria

Gráfico 2. Estructura física del grano de maíz.



(Facilitado por el Wheat Flour Institute, Chicago, Illinois, 1964)

1.1.1 Pericarpio 6% aprox.

El pericarpio encierra la semilla y está compuesto de varias capas de células. Su estructura se divide en epidermis ó epicarpio, mesocarpio y endocarpio; éste último tejido a su vez se subdivide en células transversales y tubulares.

Su función consiste en proteger el grano contra agentes bióticos externos (insectos, microorganismos), impedir la pérdida de agua y conducir ó distribuir el agua y otros nutrientes durante la germinación. Tiene alto contenido de fibra, menor de cenizas y proteínas, y carece totalmente de almidón.

- Epidermis ó epicarpio: Es la capa más externa del pericarpio y por lo tanto permite la protección del grano.
- Endocarpio: Está conformado por células transversales, células tubulares y cubierta seminal ó testa.
 - Células transversales: Son alargadas y cilíndricas, y su posición es transversal a la del grano. Su función primordial es evitar que la humedad conducida por las células tubulares se pierda, es decir que actúan como un sello ó empaque.
 - Células tubulares: Son aproximadamente del mismo tamaño que las cruzadas, pero su eje alargado corre paralelo a lo largo del grano. Estas tienen una función importante, pues sirven de medio de conducción y distribución de agua, que se absorbe a través del germen durante el proceso de germinación.
 - Cubierta de semilla ó testa: Está adherida firmemente a la parte ventral de las células tubulares y consiste en uno ó dos estratos de células. La testa ha demostrado ser impenetrable por el agua. (Hinton, 1955)

1.1.2 Endospermo 83% aprox.

El endospermo almacena nutrientes para el proceso germinativo, tiene un alto contenido de almidón y menor de proteína, minerales y vitaminas.

- Aleurona: Está compuesta por una sola capa de células que no contiene gránulos de almidón, en cambio tiene alto contenido de proteína (20%), aceite (20%), minerales y vitaminas (20%). Las paredes de estas células son gruesas con alto contenido de fibra.

La función de la aleurona consiste en sintetizar las enzimas indispensables, para lograr desdoblar a los compuestos del endospermo durante la germinación.

- Endospermo vítreo: Contiene básicamente 4 estructuras: paredes celulares, gránulos de almidón, matriz y cuerpos proteicos. Las paredes celulares son delgadas y encierran a los demás compuestos; en ellas hay un alto contenido de fibra insoluble (celulosa y beta – glucanes) y soluble (pentosanes). Los gránulos de almidón ocupan la mayoría del espacio celular y están rodeados y separados por la matriz proteica, que sirve como pegamento para mantener la estructura interior de la célula. Los cuerpos proteicos son redondos y muy pequeños si se comparan con las unidades de almidón.

En las células del endospermo vítreo no existen espacios de aire y los gránulos de almidón están bien recubiertos por la matriz proteica, por lo que adquieren formas angulares (poligonales). Esta estructura tiene una apariencia vítrea o translúcida debido a que la luz no es difractada cuando pasa a través del endospermo.

- Endospermo harinoso: Se encuentra encerrado por el endospermo vítreo, en la parte más céntrica del grano. Contiene las mismas estructuras del endospermo vítreo, pero las unidades de almidón son de mayor tamaño y menos angulares; las asociaciones entre los gránulos de almidón y la matriz proteica son más débiles y las unidades de almidón tienen menos

incrustaciones de los cuerpos proteicos. Las paredes celulares son más delgadas y en general tienen menos contenido de proteína que el endospermo vítreo. En otras palabras estas estructuras no están tan aprisionadas como en el endospermo vitreo; esto en virtud de la presencia de minúsculos espacios de aire, que dan al endospermo su apariencia almidonosa ù opaca.

La proporción entre ambos endospermos determinan la dureza y densidad del grano y por consiguiente mucho factores que afectan el procesamiento del maíz. Por ejemplo, la eficiencia durante el degerminado y los tiempos óptimos de cocimiento.

1.1.3 Germen

Éste encierra el axis ò eje embrionario (plúmula ò radícula) y el escutelo; mediante el cuál se encuentra adherido el germen al endospermo. El germen carece de almidón y posee alto contenido de aceite y menor de proteína, azúcares solubles, cenizas y vitaminas B.

- Escutelo: Sirve para movilizar los alimentos de reserva almacenados en el endospermo y transmitirlos al germen.
- Radícula y plúmula: Formarán las raíces y la parte vegetativa de la planta respectivamente.

Tabla 2. Proporciones de las partes anatómicas de los principales cereales

Cereal	Partes Anatómicas				
	Glumas (%)	Pericarpio (%)	Endospermo		Germen (%)
			Aleurona (%)	Endosp. almidonoso (%)	
Trigo	-	8.2	6.7	82.0	3.6
Maíz	-	6.0	2.8	78.0	12.0
Cebada	13.0	2.9	4.8	76.2	3.0
Sorgo	-	6.5	84.2		9.4
Centeno	-	10.0		86.5	3.5
Avena	25.0	9.0		63.0	2.8

Fuente: SERNA R. Sergio. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. P36

1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA

El grano de maíz está compuesto por carbohidratos, proteínas, lípidos, sustancias minerales y pequeñas cantidades de vitaminas y enzimas.

Tabla 3. Composición química aproximada del grano de los cereales (g/100 g p.s.)

Cereal	Proteína*	Grasa	Fibra Cruda	Materia mineral	Carboh. solubles	Fuentes de los datos
Trigo Manitoba	16.0	2.9	2.6	1.8	74.1+	1
Cebada	11.8	1.8	5.3	3.1	78.1	3
Avena	11.6	5.2	10.4	2.9	69.8	4
Centeno	13.4	1.8	2.6	2.1	80.1	2
Triticale	15.0	1.7	2.6	2.0	78.7	2
Arroz (vestido)	9.1	2.2	10.2	7.2	71.2	5
Maíz dentado	10.0	4.5	3.5	2.0	80.0	7
Sorgo	12.4	3.6	2.7	1.7	79.9	10
Mijo perla	13.6	5.4	1.3	1.8	77.9	11

* N x 5.7 para el trigo, centeno y Triticale; N x 5.95 para el arroz; N x 6.25 para otros cereales

+ H. De C. Disponibles, determinados por hidrólisis

Fuentes: 1. McCance et al. (1945). 2. Stringfellow et al. (1976). 3. Watson (1953). 4. Datos originales 5. Juliano et al. (1964). 7. Matz (1959) 10. Hubbard et al. (1950). 11. Freeman and Bocan (1973)

Fuente: KENT N.L. Tecnología de los Cereales. P28

1.2.1 Carbohidratos

Aproximadamente el 80% del grano está compuesto por carbohidratos, únicamente del 3 – 5 % de éstos son estructurales, conformados por la fracción fibrosa; el resto es material de reserva, constituido principalmente por almidón, el cuál se almacena en gránulos dentro de las células del endospermo. Los cereales maduros tienen pequeñas cantidades (aprox. 2%) de monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos, así como azúcares solubles (fructosa, glucosa y sacarosa) los cuáles se localizan en el germen.

La fibra dietética se clasifica en insoluble y soluble: La fracción insoluble está formada básicamente por celulosa y hemicelulosa, las cuáles se ubican principalmente en el pericarpio; y la fracción soluble, se conforma por beta-glucanes y pentosanes; los primeros se encuentran principalmente en las paredes celulares y los segundos se conforman por pentosas como la arabinosa y la xilosa. Los beta – glucanes y pentosanes tienen la propiedad de ligar agua por lo que se les denomina comúnmente gomas.

Tabla 4. Composición de carbohidratos en cereales.

Compuesto	Trigo	Maíz	Arroz blanco	Sorgo	Cebada
Fibra dietética					
Total	9.9-14.6	9.4-14.9	0.9-2.7	8.3-15.3	12.0-18.8
Soluble	1.3-2.1	0.5-1.64	0.1-1.2	0.9-1.1	3.9
Beta-glucanes	0.3-1.4		0.1		3.7-8.1
Pentosanes	4.4-7.6	5.8-6.6	0.5-1.4		4.4-11.0
Azúcares	2.3	1.9	0.4		3.5
Solubles	2.1-2.6	1.3-2.6	0.2-0.5		2.4-4.7
Almidón	63.0-72.0	67.8-74.0	77.6	60.0-77.0	54.0-65.0
Amilosa^a	19.6-28.9	24.0	22.8	27.0-30.0	25.3-30.1

^a En granos con endospermo normal. El resto del almidón está constituido por amilopectina. En el caso específico del maíz, arroz, sorgo y cebada existen variedades cerosas que contienen menos de 5% de amilosa o más del 95% amilopectina.

Fuente: SERNA R. Sergio. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. P 50

1.2.1.1 Almidón

Está compuesto fundamentalmente por glucosa. Químicamente al menos, se pueden distinguir dos tipos de polímeros: amilosa (25%) que fundamentalmente es un polímero lineal y amilopectina (75%) que está fuertemente ramificada.

- **Amilosa**

La amilosa es un polímero lineal de residuos de D-glucosa, unidos por enlaces alfa 1,4. Su masa molecular puede alcanzar de 20.000 (maíz) a 300.000 (patatas). En los gránulos de almidón este polímero está presente bajo fórmula cristalizada, debido principalmente al gran número de enlaces hidrógeno existentes entre los grupos hidroxilos. Los enlaces de hidrógeno de la amilosa también son los responsables de la absorción de agua y de la formación de geles (originan redes tridimensionales), en el curso de la retrogradación, después de la Gelatinización. Debido a su naturaleza cristalina, la amilosa sólo se hincha a una temperatura elevada.

Las soluciones acuosas de amilosa no son estables, sobre todo cuando la temperatura desciende. Las soluciones concentradas dan rápidamente geles amorfos, más o menos rígidos, elásticos y algunas veces fisotrópicos. Con el tiempo, también hay formación de geles cristalinos y precipitados irreversibles. La recristalización por agregación de moléculas lineales expulsa el agua absorbida por esas moléculas. Los enlaces hidrógeno entre moléculas de amilosa reemplazan a los que están entre amilosa y agua. Por consiguiente, la retrogradación (gelificación, endurecimiento) va unida, a los largo de una sinéresis con separación de fases líquida y sólida.

- **Amilopectina**

La amilopectina es un polímero ramificado de D-glucosa. Los enlaces son del tipo alfa 1,4, salvo a nivel de ramificaciones donde son del tipo alfa 1,6.

La amilopectina presenta un grado de cristalinidad muy inferior al de la amilosa. La masa molecular de la amilopectina varía aproximadamente entre 200.000 y un millón. Por lo general, tiene de 20 a 30 residuos de glucosa entre 2 puntos de ramificaciones.

Durante la cocción, la amilopectina absorbe mucha agua y es, en gran parte, responsable de la hinchazón de los gránulos de almidón. Así los gránulos ricos en amilopectina son más fáciles de disolver en agua, a 95°C, que los que contienen mucha amilosa. Debido al incremento estérico, las moléculas de amilopectina no tienen tendencia a la recristalización y por lo tanto poseen un elevado poder de retención de agua, contrariamente a las de amilosa. Las soluciones de amilopectina no retrogradan.

▪ **Gelatinización**

La propiedad de birrefringencia de los gránulos se debe a la formación de zonas cristalinas producidas por la unión de moléculas lineales a través de puentes de hidrógeno, por lo que la presencia de moléculas ramificadas impide este arreglo cristalino debido a que forman zonas de estructura amorfa que no tienen características de birrefringencia.

De manera lenta, a través de sus zonas amorfas, los gránulos de almidón absorben diferentes cantidades de agua, según la especie y las proporciones de las dos fracciones constitutivas. El gránulo en presencia de agua fría, se hincha y aumenta ligeramente su tamaño, lo cuál solo se puede observar en el microscopio.

Cuando las suspensiones de almidón se calientan a temperaturas de más de 50-55 °C, los puentes de hidrógeno intermoleculares de las zonas amorfas se rompen y continúa la absorción de una mayor cantidad de agua, es un fenómeno conocido como Gelatinización. En estas condiciones se puede apreciar visiblemente un aumento considerable del tamaño del gránulo, que va paralelo a la pérdida de la

birrefringencia debido a la ruptura del arreglo radial de los polímeros. A medida que se incrementa la temperatura aumenta el agua absorbida y parte de las moléculas de amilosa de bajo peso molecular se disuelven y difunden fuera del gránulo, mientras que las cadenas de mayor tamaño pertenecen en él impidiendo que exista más solubilización de las de bajo peso molecular. Cada almidón tiene diferente grado de cristalización y por lo tanto se hincha y gelatiniza en distintas condiciones de temperatura.

La temperatura a la que se pierde la birrefringencia y se produce el máximo hinchamiento de los gránulos de almidón se llama temperatura de Gelatinización y a ésta temperatura existe un alto grado de absorción de agua que hace que las dispersiones de este polímetro alcancen grandes viscosidades. A medida que continua este proceso, los gránulos se rompen y aparecen moléculas libres hidratadas de amilosa y amilopectina, y la viscosidad de la pasta se reduce hasta alcanzar un cierto valor en lo que se estabiliza. La temperatura de Gelatinización se expresa como un intervalo, ya que no todos los gránulos se hinchan y gelatinizan al mismo tiempo y temperatura debido a que algunos son más resistentes y por tanto pueden requerir hasta 10°C más que otros. La determinación de la temperatura de Gelatinización se hace en un microscopio de luz polarizada de placa caliente llamada Kofler.

La temperatura de Gelatinización del almidón de maíz está en un intervalo de 62-72 °C.

La cantidad de agua absorbida por los almidones varía entre los diferentes tipos, pero podemos considerar que se encuentra entre 40 y 55 g. de agua por 100 g. de almidón. El poder de absorción puede ser determinado con el peso del gránulo hinchado por grano de almidón seco.

- **Pruebas para determinar la gelatinización**

Existen variadas técnicas para determinar el grado de ó las características de gelatinización de los almidones. La pérdida de birrefringencia se realiza en un microscopio equipo con un par de filtros polarizados. El grado de gelatinización se determina con base en el número de gránulos de almidón que presentan birrefringencia cuando son expuestos a la luz polarizada. La birrefringencia está presente en gránulos nativos o sin dañar ya que los mismos presentan zonas cristalinas ó amorfas, las cuáles al ser expuestas a la luz polarizada hacen que se observe la llamada Cruz de malta. Los granos que no la presentan fueron dañados con calor, de manera mecánica, química ó con enzimas amilolíticas.

- **Retrogradación**

Se define como la insolubilización y la precipitación espontánea, principalmente de las moléculas de amilasa, debido a que sus cadenas lineales se orientan paralelamente e interaccionan con ellas por puentes de hidrógeno a través de sus múltiples hidroxilos. La retrogradación se puede efectuar por 2 rutas diferentes que dependen de la concentración y de la manera de enfriamiento de la dispersión del almidón. Una solución concentrada caliente forma un gel rígido irreversible cuando se enfría rápidamente hasta alcanzar la temperatura ambiente o bien las soluciones diluidas se vuelven opacas y forman precipitados cuando se dejan reposar y enfriar lentamente. Cada almidón tiene una diferente tendencia a la retrogradación de la amilopectina, lo cuál está directamente relacionado con su contenido de la fracción de amilosa. La retrogradación de la amilopectina es más difícil debido a que sus ramificaciones impiden la formación de puentes de hidrogeno entre moléculas paralelas; sin embargo, su insolubilización se produce cuando las soluciones de amilopectina se congelan y descongelan continuamente. Cuando las fracciones de amilosa o las secciones lineales de la amilopectina retrogradan, forman zonas con una organización cristalina muy rígida dentro de la

propia estructura del almidón. Si esto sucede se requiere de una energía muy alta para poder romper las zonas cristalinas y hacer que el almidón gelatinice.

1.2.2 Proteínas

El contenido de proteína en el grano es de 10% aprox. La mayor proporción de proteínas se localizan en el endospermo y en menor proporción en el pericarpio y en el germen.

En el endospermo se localizan en forma de cuerpos proteicos discretos y una matriz proteica. Los cuerpos proteicos están compuestos fundamentalmente por una prolina llamada zeína, de la cuál las fracciones de zeína y zeína entrelazada son pobres en lisina y muy ricas en leucina, resultando interesante el alto nivel (18%) de prolina en la fracción de zeína entrelazada. El endospermo contiene 5% de albúminas más globulinas, 44% de zeínas (prolaminas) y 28% de gluteninas. Las proteínas del maíz tienen un alto nivel de ácido glutámico y en la composición de aminoácidos presenta interés particular el alto nivel de leucina. El maíz presenta en sus granos endospermo cristalino (vítreo) y harinoso (opaco), donde la distribución de proteínas es diferente en los dos tipos de endospermo, y en consecuencia la composición de aminoácidos también difiere. El aminoácido limitante en todos los cereales es la lisina y el segundo aminoácido limitante para el maíz es el triptófano.

Tabla 5. Diferentes proteínas del grano de los cereales* (% de la proteína total)

Cereal	Márgenes de proteína (% p.s)	Albúminas	Globulinas	Prolaminas	Residuo y Gluteninas
Trigo durum	12-16	10-15	5-10	40-50	30-40
Cebada	10-16	3-4	10-20	35-45	35-45
Avena	8-20	5-10	50-60	10-15	5
Centeno	9-14	20-30	5-10	20-30	30-40
Arroz	8-10	2-5	2-8	1-5	85-90
Maíz	7-13	2-10	10-20	50-55	30-45
Sorgo	10-19	1-8	2-9	32-59	19-37

Fuentes: Virupakshi and Sastry (1968) para el sorgo; Simmonds (1978), para otros cereales.

Fuente: KENT N.L. Tecnología de los Cereales. P 32

Tabla 6. Composición de aminoácidos de las proteínas de maíz extraídas con determinados disolventes^a

Aminoácidos	Albúminas y Globulinas (g/100g de proteína)	zeína(g/100g de proteína)	zeína entrelazada (g/100g de proteína)	Gluteninas(g/100g de proteína)
Lisina	4.18	0.46	0.57	4.38
Histidina	2.38	1.28	6.77	2.52
Amonio	2.36	2.72	2.23	1.68
Arginina	7.35	2.16	3.46	4.49
Ácido Aspártico	10.06	5.12	1.73	7.90
Treonina	4.60	2.93	3.86	4.04
Serina	5.23	5.11	4.03	5.15
Ácido Glutámico	14.70	22.18	23.61	16.70
Prolina	5.06	9.84	17.83	6.95
Glicocola	6.69	2.02	4.72	4.12
Alanina	7.10	9.01	4.92	7.49
Cisterna/2	3.73	2.27	0.87	0.64
Valina	5.28	3.43	6.07	5.27
Metionina	1.72	0.94	1.63	2.86
Isoleucina	4.25	3.53	2.23	3.97
Leucina	6.50	17.49	10.23	12.09
Tirosina	3.25	4.54	2.52	4.72
Fenilalanina	3.57	6.11	2.56	5.31

^a Datos de J.L. Robutti, R.C. Hosene y C.W. Deyoe, 1974. Cereal Chem. 51:163-172

Fuente: HOSENEY R. Carl. Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales. P81

Tabla 7. Composición de aminoácidos de las proteínas del endospermo de maíz.

Aminoácido	Endospermo de maíz ^a (g/100g de proteína)
Lisina	2.0
Histidina	2.8
Amonio	3.3
Arginina	3.8
Ácido aspártico	6.2
Ácido Glutámico	21.3
Treonina	3.5
Serina	5.2
Prolina	9.7

Glicocola	3.2
Alanina	8.1
Valina	4.7
Cistina	1.8
Metionina	2.8
Isoleucina	3.8
Leucina	14.3
Tirosina	5.3
Fenilalanina	5.3

^a Datos de E.T. Mertz, O.E. Nelson, L.S. Bates y O.H. Viron. 1996. Adv. Chem. Ser 57:228

Fuente: HOSENEY R. Carl. Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales. P80

Tabla 8. Distribución de proteína en el maíz*.

Parte del grano	Proporción de la semilla (%)	Proporción de Proteína total en la semilla (%)
Pericarpio	6.5	2.2
Aleurona	2.2	4.7
Endospermo	79.6	71.0
Embrión	1.1	3.2
Escutelo	10.6	18.9

* Datos de Hinton (1953)

Fuente: KENT N.L. Tecnología de los Cereales. P34

Tabla 9. Riqueza de aminoácidos en los granos de cereal* (g aminoácido/16 g nitrógeno)

Aminoácidos	Trigo	Cebada	Avena	Centeno	Triticale	Arroz	Maíz	Sorgo
Arginina	4.0	4.4	6.6	4.2	4.9	7.7	4.7	2.6
Cistina/Cisteína	2.6	2.5	3.3	2.3	2.8	1.1	2.5	1.1
Histidina	2.2	2.1	2.2	2.1	2.5	2.3	2.8	2.1
Isoleucina	3.8	3.8	4.2	3.6	4.1	3.9	4.0	3.8
Leucina	6.7	6.9	7.2	6.0	6.7	8.0	12.5	13.6
Lisina	2.3	3.5	3.7	2.9	3.0	3.7	3.0	2.0
Metionina	1.7	1.6	1.8	1.2	1.9	2.4	1.8	1.5
Fenilalanina	4.8	5.1	4.9	4.5	4.8	5.2	5.1	4.9
Treonina	2.8	3.5	3.3	3.3	3.1	4.1	3.6	3.1
Triptófano	1.5	1.4	1.6	1.2	1.6	1.4	0.8	1.0
Tirosina	2.7	2.5	3.0	1.9	2.3	3.3	4.4	1.5
Valina	4.4	5.4	5.6	4.9	5.0	5.7	5.2	5.0
Alanina	3.3	4.1	4.6	3.7	3.6	6.0	7.7	9.5
Ácido Aspártico	4.7	6.1	7.8	6.5	5.9	10.4	6.4	6.3
Ácido Glutámico	33.1	24.5	21.0	27.5	30.9	20.4	18.8	21.7
Glicocola	3.7	4.2	4.8	3.6	3.9	5.0	3.9	3.1
Prolina	11.1	10.9	4.7	10.4	10.7	4.8	8.8	7.9
Serina	5.0	4.2	4.8	4.3	4.6	5.2	4.9	4.3
Proteína+	16.3	12.1	17.8	14.5	17.9	11.1	10.6	10.5

* Los datos de trigo, cebada, avena, centeno, Triticale son de Tkachuk y Irvine (1969); los datos de arroz (excepto el triptófano), de Juliano et al. (1964); los datos del maíz (excepto el triptófano) de Buzón et al.(1966); los de sorgo, de Deyoe (1967); los datos de triptófano del maíz y arroz, fueron calculados de Hughes (1967). Todos los datos se refieren a granos enteros, excepto los de avena y arroz-granos vestidos- y centeno – Harina morena de centeno, cenizas 1.1 % p.s.

+ N x 5.7 p.s. Los datos originales del maíz y el sorgo se dieron en función de N x 6.25 así 11,6 % y 11.5 % respectivamente.

Fuente: KENT N.L. Tecnología de los Cereales. P 37

1.2.3 Lípidos

El contenido lipídico es de aprox. 4-6%, donde la mayor proporción se encuentra en el germen y la menor proporción en la capa de aleurona.

Los lípidos son glicéridos de ácidos grasos; los ácidos grasos saturados (palmítico y esteárico) constituyen el 11-26% del total, y los no saturados (oleico, linoleico y linolénico) constituyen el 72-85%.

Los lípidos pueden sufrir hidrólisis por acción de la lipasa, (enzima presente en el grano); y por oxidación, producida por la enzima lipoxigenasa o no enzimática por la presencia de oxígeno. Normalmente las enzimas y los lípidos no están en contacto en el grano intacto; no obstante si se lesiona el germen, y alguna fragmentación que se produzca al moler, pueden poner en contacto la enzima y el lípido provocando la alteración.

Los carotenoides están presentes en cantidades significativas en aquellos granos con endospermo amarillo.

Tabla 10. Contribución de los ácidos grasos a los lípidos de los cereales.

Material	Saturados			No saturados					Fuente de Datos
	Mirístico (%)	Palmítico (%)	Esteárico (%)	Palmito-oleico (%)	Oleico (%)	Linoleico (%)	Linolénico (%)	Otros (%)	
Trigo	0.1	24.5	1.0	0.8	11.5	56.3	3.7	1.9	1
Avena	0.5	15.5	2.0	-	43.5	35.5	2.0	1.0	4
Centeno	-	21.0	-	-	18.0	61.0	-	-	5
Maíz	-	14.0	2.0	-	33.4	49.8	1.5	-	8
Sorgo	0.4	13.2	2.0	1.3	30.5	49.7	2.0	-	9

Fuentes de datos: 1. Nelson et al. (1963) ;4. Zollner (1963) ; 5. Matz (1969);8. Thornton et al. (1969); 9. Neucere y Sumrell (1980)

Fuente: KENT N.L. Tecnología de los Cereales. P 38

1.2.4 Minerales

El contenido de minerales es de aprox. 2%. Casi todas las sustancias minerales están concentradas en la capa de aleurona, pericarpio y germen, de las cuáles el 95% está formado por fosfatos y sulfatos de potasio, magnesio y calcio.

Son importantes algunos elementos menores como el hierro, manganeso y zinc que están presentes de 1-5 mg/100 g. y el cobre en 0,5 mg./100g. En general a los cereales se consideran como una fuente pobre de Calcio.

Tabla 11. Componentes minerales de los granos de maíz*.

Elemento	Maíz (mg./100 g p.s.)
Mayores	
Ca	20
Cl	55
K	342
Mg	143
Na	40
P	294
S	145
Si	-
Menores	
Cu	0.4
Fe	3.1
Mn	0.6
Zn	2.0
Trazas	
Ag	-
Al	0.057
As	0.03
B	0.3
Ba	3.0

Br	0.26
Cd	0.012
Co	0.008
Cr	0.004
F	0.04
I	0.2
Li	0.005
Mo	0.03
Ni	0.04
Pb	0.01
Rb	0.3
Sc	0.01
Sn	0.01
Sr	0.02
Ti	0.17
V	0.01
Zr	0.02
Cenizas (%)	1.7

N.B. un guión en la tabla indica que no se ha encontrado información fidedigna.

* Las fuentes de datos incluyen las referencias citadas en Kent (1975); Adrian and Jacquot (1964); Allen (1979); Aykroyd et al. (1963); Banks et al. (1976); Chamberlain (1955); Desikachar (1975); F.A.O (1954); Hosenev and Varriano-Marston (1980); Jaulmes and Hamelle (1971); Leitch and Boyne (1976); Lorenz et al. (1976); Neucere and Sumrell (1980); Oehme (1978); Pinta and Busson (1963); Schroeder et al. (1962,1963,1964); Schacklette et al. (1978).

Fuente: KENT N.L. Tecnología de los Cereales. P 41

1.2.5 Vitaminas

Las principales vitaminas del grupo B: Tiamina (B1), Niacina, Riboflavina (B2) Ácido pantoténico (B3) y Piridoxina (B6) están distribuidas por todo el grano sin uniformidad, aunque se concentran principalmente en el endospermo, germen y aleurona. La Tiamina se concentra en el escutelo, la Niacina en la capa de aleurona y la Riboflavina y el Ácido pantoténico están distribuidos con más uniformidad en el grano. La Piridoxina se concentra en la aleurona, en el germen y muy poco en el endospermo. En el maíz se encuentra 4,4-5,1 mg/100 g. de tocoferol.

Tabla 12. Riqueza vitamínica del grano de los cereales (µg/g)*.

Cereal	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Ácido Pantoténico	Biotina	Piridoxina	Ácido Fólico	Colina	Inositol	Ác. p-amino benzoico
Trigo duro	4.3	1.3	54	10	0.1	4.5	0.5	1100	2800	2.4
Cebada	4.4	1.5	72	5.7	0.13	4.4	0.4	1000	2500	0.5
Avena (completo)	5.8	1.3	11	10	0.17	2.1	0.5	940	-	-
Centeno	4.4	2.0	12	7.2	0.05	3.2	0.6	450	-	-
Triticale	9.2	3.1	16	7.5	0.06	4.7	0.7	-	-	-
Arroz (moreno)	3.3	0.7	46	9	0.1	4.0	0.5	900	-	-
Maíz	4.0	1.1	19	5.3	0.1	5.3	0.4	445	-	-
Sorgo	3.5	1.4	41	11	0.19	4.8	0.2	600	-	-

*Fuentes de los datos: Adrian and Petit (1970); Adrian and Sayerse (1957); Allen (1979); Anderson et al (1978); Aykroyd et al. (1963); Calhoun et al. (1960); de Man (1974); F.A.O. (1954); Hubbard (1950); McCance et al. (1945); Matthews and Douglass (1978); Michela and Lorenz (1976); Paul and Southgate (1978); Samson and Adrian (1971); Scriban (1970).

N.B. El guión indica que no se han encontrado datos fidedignos.

Fuente: KENT N.L. Tecnología de los Cereales. P 42

Tabla 13. Porcentajes de los constituyentes totales del maíz presentes en las principales partes morfológicas.*

Parte	Peso (g por 100g de grano)	Constituyentes			
		Almidón	Proteína	Lípidos	Material mineral
Salvado	5	0	2	1	2
Endospermo	82	98	75	15	17
Germen	13	2	23	84	81

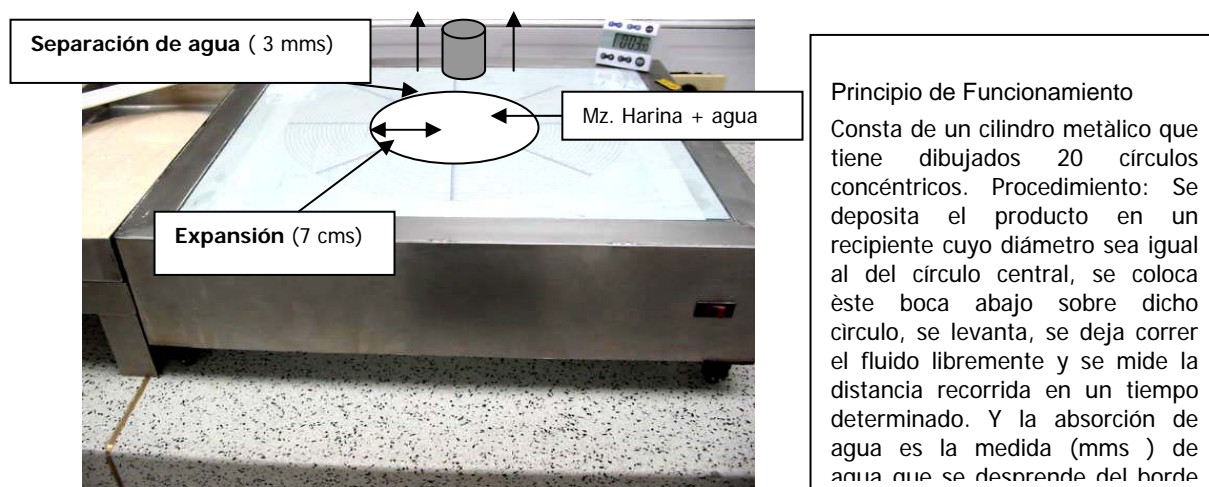
* Datos procedentes de Shollenberger y Jaeger (1943)

Fuente: KENT N.L. Tecnología de los Cereales. P 29

2. METODOLOGIA

El trabajo desarrollado consiste en una serie de ensayos y evaluaciones, en el Proceso de Laminación, enfocándose hacia las variables del producto en proceso.

En los ensayos las variables identificadas son manejadas para evaluar su efecto sobre las propiedades de consistencia y absorción de agua que permiten a su vez aumentar los flujos de carga de los laminadores, éstas propiedades son medidas mediante la Prueba de Expansión y Separación de agua realizada en el laboratorio, la cuál se realiza mediante un consistómetro y de la siguiente forma:



Esta prueba determina el grado de consistencia de la harina; es decir de su capacidad de formar masa y de absorber agua. La expansión debe estar en un rango de 5-7 cms., definiendo así el exceso ó defecto de Cocción y Laminado. Y la separación de agua debe estar en 3mm. máximo, definiendo así la absorción de agua del almidón. Se utiliza un consistómetro y la siguiente fórmula para calcular la cantidad de agua y harina a adicionar, con base a la humedad de la harina.

$$G \text{ Hna.} = (88 / (100 - \% \text{ Hd Hna})) \quad g \text{ agua} = 400 - g. \text{ Hna.}$$

Debido a que el proceso de laminación es el que otorga las propiedades de consistencia y absorción de agua a la harina, la prueba se realiza a la salida de la última operación de la Laminación que es la Premolienda, donde se obtiene una hojuela seca premolida con propiedades de consistencia y absorción de agua.

A esta hojuela premolida para realizarle la prueba es necesario convertirla en harina, lo cual se realiza moliendo totalmente la hojuela y pasándola mediante una malla (+M30) para obtener la granulometría característica de la harina terminada y así proceder a realizar la prueba.

Entre menor expansión (cms) mejores propiedades de consistencia tiene la harina y entre menor separación de agua (mms) mejores propiedades de absorción de agua tiene la harina también.

Los laminadores de la línea 1 los cuáles trabajan en promedio a 60-65 Kg grits /min arrojan resultados de Expansión de en promedio de 6-6.5 cms y Separación de agua entre 1-2 mms; mientras que los laminadores de la Línea 2 los cuáles trabajan únicamente a 40-45 Kg/min en promedio arrojan deficientes resultados de Expansión y Separación de agua entre 6.6-7.0 cms y 2-3 mms respectivamente, y con tan bajo flujo de carga deberían tener resultados entre 5-6 y 1-2.

Por esto todos los ensayos son evaluados mediante la Prueba de Expansión y Separación de agua en la hojuela premolida ya que si se obtienen resultados con menor Expansión y Separación de agua que el promedio, a un mismo flujo de carga significaría que la variable movida generó un impacto positivo sobre las propiedades de Expansión y Separación de agua y se definiría como variable determinante en los flujos de carga de los laminadores.

Así mismo se realizaron evaluaciones con el fin de comprobar el igual funcionamiento de las 2 líneas ya que son iguales, únicamente con la diferencia

de que la línea 2 maneja mayor capacidad, por esto se realiza inicialmente un seguimiento de variables y unas evaluaciones posteriores.

Tanto en los ensayos como en las evaluaciones se registraron datos de tiempo, humedad, Peso específico, granulometría, flujos, presión de vapor, temperatura de vapor, presión de rodillos, presión de cuchillas, espesor de hojuela, Expansión y Separación, grasa, presión de vacío, grits crítico, grits dañado por calor, presencia de germen, presencia de cascarilla, mezcla de color, las cuáles son medidas de la siguiente manera:

- Humedad: es determinada por conductividad eléctrica en el equipo Motomco, en cuestión de segundos sin destruir la muestra y en balanzas de humedad en un tiempo de 15 min. Aprox.
- Peso Específico: Consiste simplemente en la determinación del peso en libras ó kilogramos de un cierto volumen de grano
- Granulometría: Se mide mediante el paso ò retención de partículas a través de mallas de la Serie Tyler
- Flujos: Se realiza su medición manualmente, tomando una unidad de peso ò volumen en un tiempo determinado.
- Presión de vapor: Se realiza su lectura mediante manómetros instalados en la tubería del vapor.
- Temperatura de vapor: Se realiza su lectura mediante termómetros instalados en la tubería del vapor.
- Presión de rodillos: Se realiza su lectura mediante manómetros instalados en el laminador.
- Presión de cuchillas: Se realiza su lectura mediante manómetros instalados en el laminador.
- Espesor de hojuela: Se mide el espesor mediante un micrómetro.

- Expansión y Separación de agua: Se mide mediante la utilización del consistómetro.
- Presión de vacío: Se mide mediante la lectura de manómetros artesanales instalados.
- Grits crítico, grits dañado por calor, presencia de germen, presencia de cascarilla, mezcla de color: Son evaluadas mediante análisis sensorial.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE MAÍZ PRECOCIDA PROMASA

El procesamiento del maíz en Promasa, para obtener harina de maíz precocida se realiza en seco y se desarrolla como sigue:

3.1 RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

El proceso inicia con la recepción del maíz, ya sea de origen nacional ó internacional, blanco ó amarillo, al cuál se le realiza un muestreo y el control de calidad respectivo, que determinan su aceptación ó rechazo.

El grano aceptado es descargado y sometido a un proceso de **PRELIMPIEZA**, operación que consiste básicamente en el retiro de toda clase de impurezas ó materiales indeseables y un enfriamiento para lograr que el grano esté en condiciones óptimas de almacenamiento, y se preserve íntegramente hasta 1 año ó más en Silos de concreto.

3.2 LIMPIEZA

El proceso de Limpieza se le practica al grano que va a ser procesado inmediatamente. Consiste en el retiro de impurezas y todo material ajeno al grano, que reduzca la calidad del producto terminado ó pueda dañar los equipos; así como terminar de retirar impurezas que no fueron retiradas durante la Prelimpieza.

3.3 DEGERMINACIÓN

Éste proceso inicia con un acondicionamiento del grano limpio, donde se le agrega agua y vapor con el fin de ablandarlo, y dividirlo eficazmente en sus

diferentes partes (germen, cáscara ó pericarpio y endospermo) para posteriormente separar el endospermo ó grits del resto. El grits es almacenado en Silos de Grits Seco y el germen y pericarpio es almacenado y vendido como subproducto.

3.4 LAMINACIÓN

La Laminación, siendo un proceso continuo, consiste principalmente en la transformación de grits en hojuelas, mediante la acción de los laminadores y de una cocción previa; proporcionado al endospermo propiedades de consistencia y absorción de agua. Posteriormente se practica un Secado a las hojuelas y una Premolienda, para reducir así el tamaño de las mismas.

La laminación posee 2 Líneas (Línea 1 y Línea 2), siendo el proceso igual en cada una de ellas; la diferencia es que la Línea 2 maneja mayor capacidad, y por lo tanto dispone de equipos adicionales en cada operación.

El proceso de Laminación inicia con la Humidificación del grits seco.

3.4.1 Humidificación

La laminación inicia en Silos de Grits Seco, donde es almacenado el grits proveniente de la Degerminación; el cuál se descarga por gravedad, pasa posteriormente por un humidificador; donde dependiendo de la humedad inicial se le inyecta controladamente agua y por último alimenta los Silos de Grits Húmedo. De éstos silos se descarga el grits húmedo (3 silos), el cuál posteriormente sube a alimentar los Témperos para su Acondicionado.

3.4.2 Acondicionado ó Atemperado (2 Temperos en la Línea 1; 3 Temperos en la Línea 2)

Temperos

Principio de Funcionamiento

Son tanques donde reposa el grano, durante un tiempo, para lograr acondicionarlo. Poseen una tolva en la parte inferior provista de un fondo rotatorio que permite la salida uniforme del producto hacia las Cocinas verticales.

En éstos Temperos ó tanques de reposo, se acondiciona el endospermo a fin de que absorba el agua inyectada anteriormente mediante el humidificador y ésta, se distribuya de manera uniforme, externa e internamente. Posteriormente el grits ó endospermo pasa a las Cocinas verticales.

3.4.3 Cocción (2 Cocinas en la Línea 1; 3 Cocinas en la Línea 2)

Cocinas verticales

Principio de Funcionamiento

Estas cocinas permiten el paso de vapor directo al grano mediante tubos con orificios dispuestos de forma vertical e interior, a lo largo de toda la cocina, permitiendo la cocción del grano.

En éstas cocinas se realiza una cocción del grano con vapor directo, logrando proporcionar al endospermo la plasticidad adecuada para su laminación y permitiendo que las moléculas de almidón se modifiquen y pierdan su rigidez estructural dándole la característica de absorción de agua y consistencia de masa a la Harina terminada. Posteriormente el grano pasa a los laminadores.

3.4.4 Laminado (2 Laminadores en la Línea 1; 3 Laminadores en la Línea 2)

Laminadores

Principio de Funcionamiento

Estos laminadores están compuestos por 2 rodillos lisos que giran a igual velocidad, con rotación diferencial, manteniendo una presión alta entre sí; por medio de los cuáles pasa el grits y se convierte en hojuela, por daño mecánico. Posee además sistemas de aspiración.

En éstos equipos el grits pasa por medio de 2 rodillos lisos que deben mantener una alta presión entre sí, transformándolo en una hojuela, donde al igual que en la cocción, se produce una modificación de las moléculas del almidón, proporcionando así las propiedades de absorción de agua y consistencia de masa de la Harina. Posteriormente la hojuela se dirige a los Secadores.

3.4.5 Secado (2 Secadores en la Línea 1; 1 Secador en la Línea 2)

Secadores

Principio de Funcionamiento

Estos secadores de Tipo Rotatorio, constan interiormente de unos tubos calentados con vapor, a lo largo del cilindro, que gira sobre su eje, con una ligera inclinación hacia la salida. Los sólidos granulares (hojuelas) húmedos se alimentan por la parte superior y se desplazan por el cilindro a medida que éste gira y seca por contacto indirecto con el vapor, de manera continua. Posee además un sistema de aspiraciones.

En la Línea 1 se encuentran 2 secadores de capacidad de 5.5 ton. Aprox. y en la Línea 2 se encuentra 1 secador con una capacidad de 12 ton. En éstos secadores se remueve el agua presente en el material mediante la adición de calor, ya que el producto al poseer una alta humedad proporciona una condición favorable para

que las moléculas de hidrógeno traten de formar nuevamente los puentes de hidrógeno que se rompieron en la Cocción y Laminado, fenómeno ya explicado que se conoce como Retrogradación. Si se produce éste fenómeno, se presenta una saturación que impide que las moléculas capten ò absorban agua en proceso de hidratación, durante el amasado, resultando difícil la formación de masa. El secado también evita que las hojuelas se compacten, y se minimiza ó elimina la acción microbiana ó de insectos. En éste equipo la hojuela es secada mediante la superficie de un haz tubular que actúa como intercambiador de calor (vapor indirecto), para posteriormente ser enviado a las Enfriadoras.

3.4.6 Enfriado (1 Enfriadora en la Línea 1; 1 Enfriadora en la Línea 2)

Enfriadoras

Principio de Funcionamiento

Estas son de tipo cascada y están conformadas por dos canales dispuestos en forma paralela, por medio de las cuales circula el aire que es aspirado por un ventilador. El producto desciende lentamente en forma de cascada entre los canales de aire dispuestos en filas.

Este equipo tiene el objetivo de bajar la temperatura de las hojuelas provenientes del Secador, haciendo más efectivo su paso posterior por los Bancos de Premolienda.

3.4.7 Premolienda (1 Banco de Premolienda en la Línea 1; 1 Banco de Premoliendo en la Línea 2)

Bancos de Premolienda

Principio de Funcionamiento

Están formados por 2 rodillos estriados con velocidad diferencial (Relación 2.5: 1), 200 estrías y una inclinación del 14%. Los rodillos mantienen una distancia entre sí, y mediante las estrías, se parte ó reduce de tamaño la hojuela. Cuenta con un sistema de aspiraciones.

En estos bancos se logra reducir de tamaño la hojuela, mediante su paso por rodillos estriados. La Premolienda se realiza con el objeto de mejorar la eficacia y capacidad durante la Molienda, y para un mejor aprovechamiento del Silo de hojuelas, donde es posteriormente almacenada la hojuela.

3.4.8 Silos de Hojuela (Piso 5)

En estos silos se almacena la hojuela, que va a alimentar la siguiente operación de **MOLIENDA**.

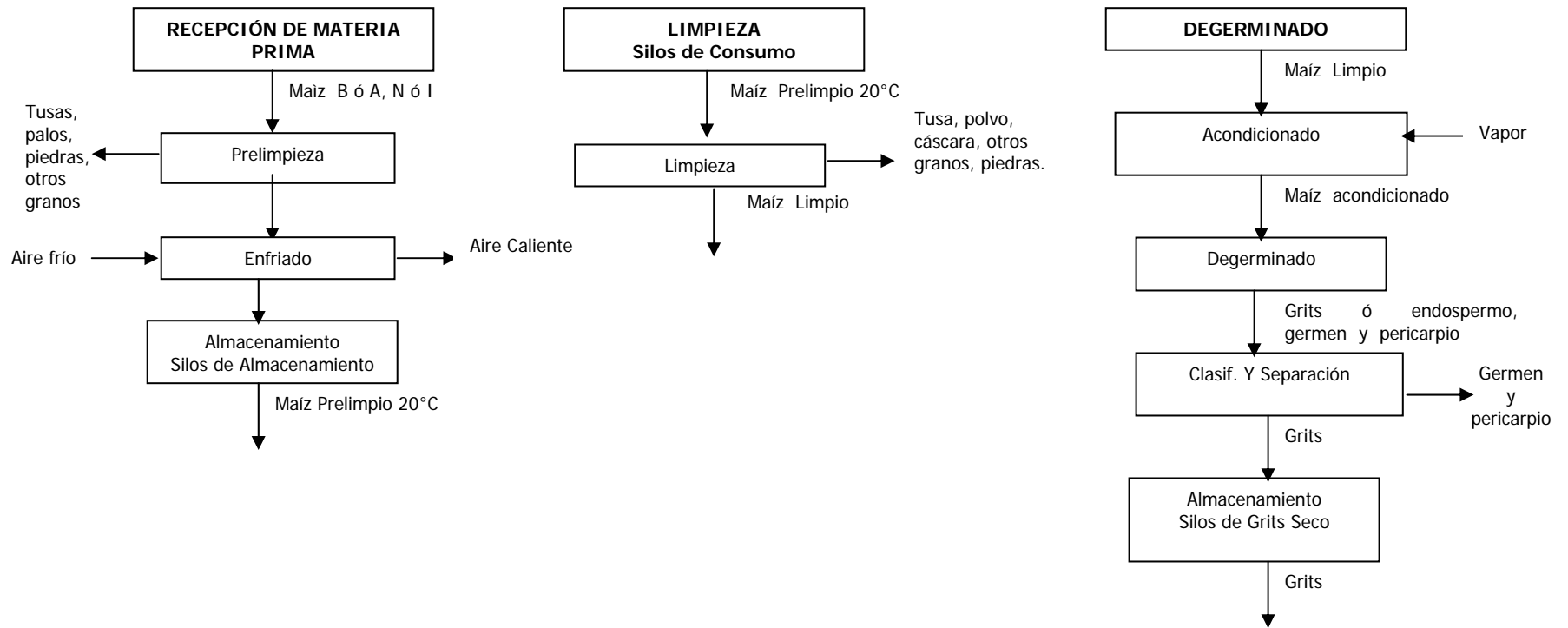
3.5 MOLIENDA

El objetivo de éste proceso es reducir de tamaño toda la hojuela premolida en forma progresiva hasta alcanzar la granulometría deseada, característica de la Harina terminada.

3.6 EMPAQUE

Esta operación consiste en el empaqueo de la Harina terminada, utilizando diversos materiales y diferentes presentaciones, para ser almacenado en bodega y distribuido al consumidor.

GRÁFICO 3. DIAGRAMA DE BLOQUES. PRODUCCIÓN DE HARINA DE MAÍZ PRECOCIDA PROMASA



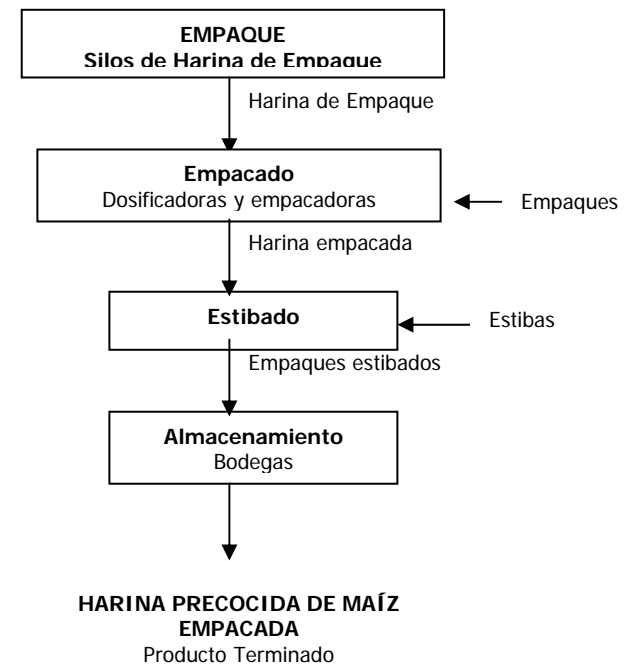
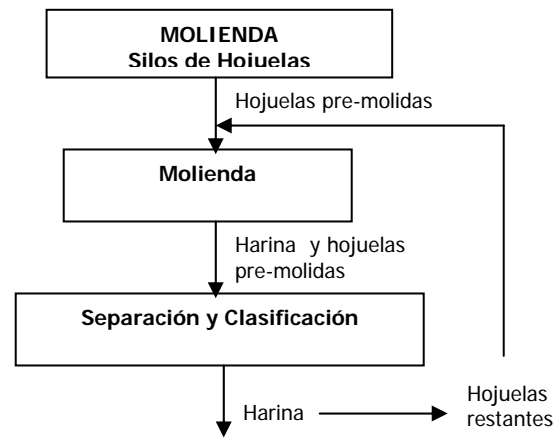
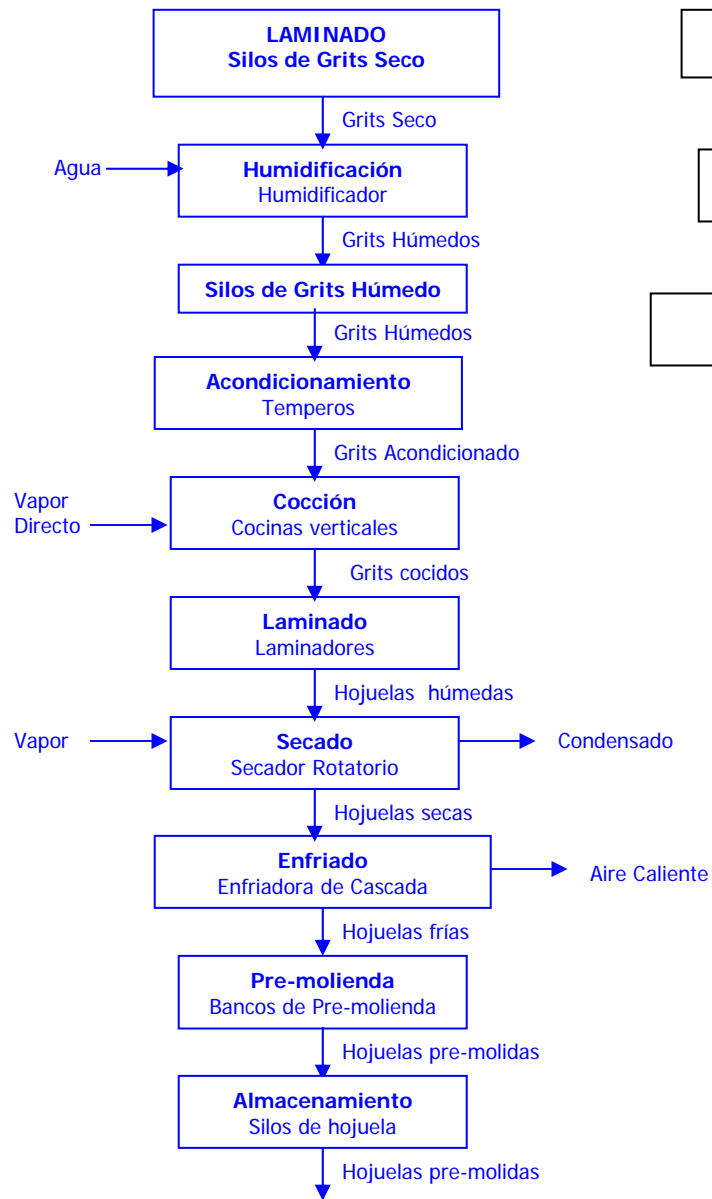
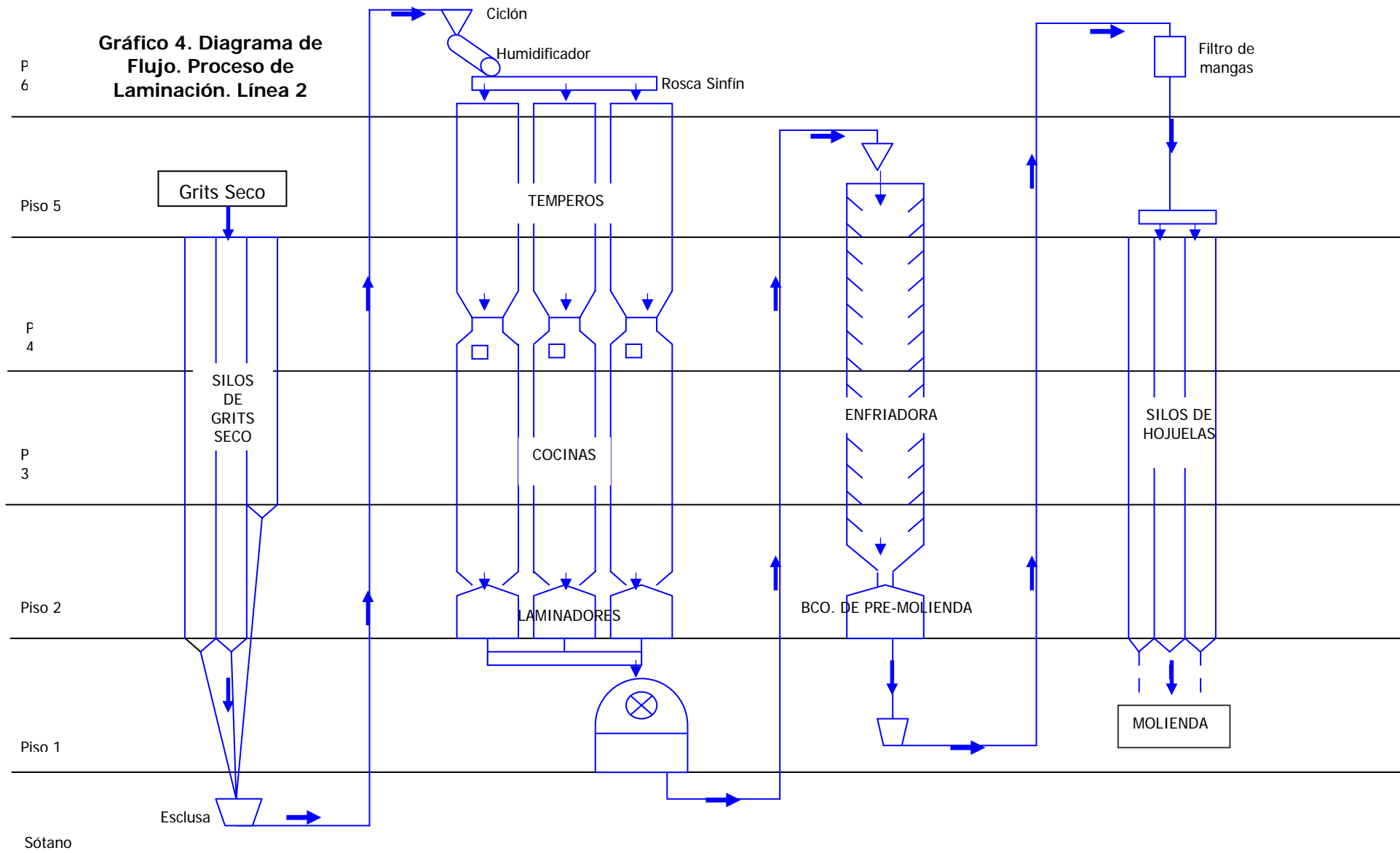
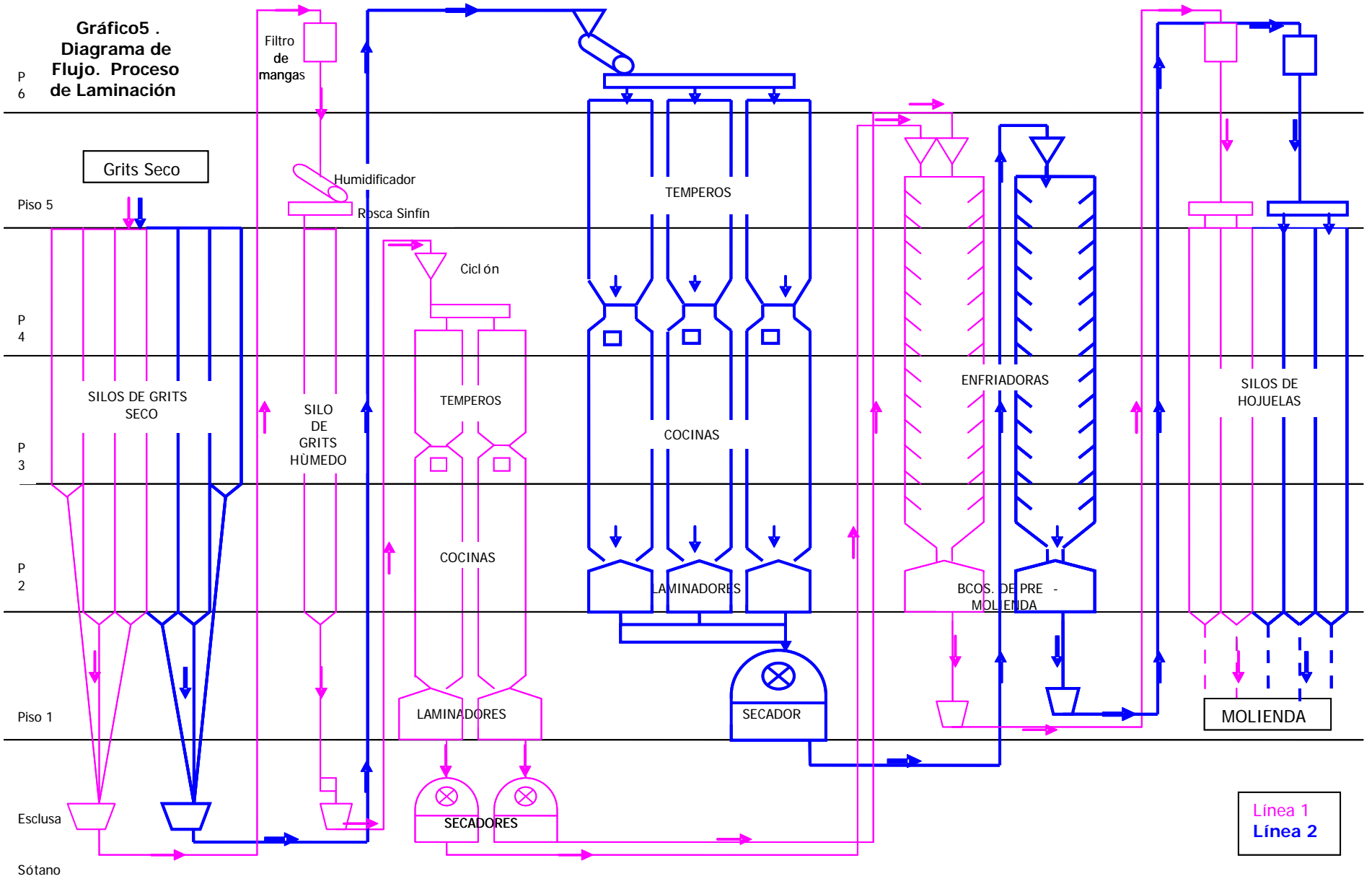


Gráfico 4. Diagrama de Flujo. Proceso de Laminación. Línea 2



**Gráfico5 .
Diagrama de
Flujo. Proceso
de Laminación**



SEGUIMIENTO DE VARIABLES DEL PROCESO DE LAMINACIÓN

4. SEGUIMIENTO DE VARIABLES DEL PROCESO DE LAMINACIÓN

4.1 OBJETIVO

- Identificar las variables y realizar un seguimiento de las mismas en cada operación del proceso de Laminación, para establecer las diferencias, de la Línea 2, con respecto a la Línea 1.

4.2 MATERIA PRIMA Y PROCEDIMIENTO

Debido a que la Línea 1 maneja el flujo de carga deseado (60-72 Kg grits/min) en los laminadores, se realiza éste seguimiento de variables, que permite la comparación del producto en proceso de las dos Líneas.

Las variables identificadas en todo el proceso de Laminación son las siguientes:

Humidificación

- Flujo de agua. Humidificador (L/min)
- Humedad de grits antes de Humidificar (%)
- Peso Especifico de grits antes de Humidificar (Kg/L)
- Flujo de grits. Entrada Humidificador (Kg/min)

Acondicionado

- Humedad de grits a la entrada de Temperos (%)
- Temperatura de grits a la entrada de Temperos (°C)

Cocción

- Presión de vapor a la entrada de las cocinas (psi)
- Temperatura de vapor a la entrada de las cocinas (°C)

Laminado

- Humedad de grits a la entrada del laminador (%)
- Temperatura de grits a la entrada de laminador (°C)
- Humedad de hojuela a la salida del laminador (%)
- Temperatura de hojuela a la salida del laminador (°C)
- Flujo de carga en laminador (Kg/min)
- Espesor de Hojuela a la salida de laminador (mm)
- Presión de Rodillos en Laminadores (bar)
- Presión de cuchillas en Laminadores (bar)

Secado

- Presión de vapor a la entrada del secador (bar)
- Temperatura de hojuela a la salida del secador (°C)
- Humedad de hojuela a la salida del secador (%)

Enfriado

- Temperatura de hojuela a la entrada de la enfriadora (°C)
- Humedad de hojuela a la entrada de la enfriadora (%)

Pre-molienda

- Humedad de hojuela a la entrada de los Bancos de Pre-molienda (%)
- Humedad de hojuela premolida a la salida de los Bancos de Pre-molienda (%)

Gráfico 6. Diagrama de Flujo. Seguimiento de variables del proceso de Laminación

P 6

Piso 5

P 4

P 3

P 2

Piso 1

Esclusa

Sótano

Grits Seco

Filtro de mangas

Humidificador
Rosca Sinfin

- Flujo de agua
- Hd. de grits
- Peso E. de grits
- Flujo de grits

TEMPEROS

- Hd. de grits
- T° de grits

- T° Hojuela
- Hd. Hojuela

- Hd. Hojuela

Ciclón

- P. vapor
- T° vapor

SILOS DE GRITS SECO

SILO DE GRITS HÚMEDO

TEMPEROS

COCINAS

ENFRIADORAS

SILOS DE HOJUELAS

COCINAS

LAMINADORES

- Hd. Y T° Grits
Entrada
- Hd. Y T° Hojuela
Salida
- Espesor Hojuela
- P. rodillos
- P. cuchillas
- Flujo de carga

BCOS. DE PRE
MOL ENDA

- Hd. Hojuela Entrada
- Hd. Hojuela Salida
- Granulomet ría Hojuela.
Salida
- Expansi ón y Separaci ón
de agua. Hojuela Salida

LAMINADORES

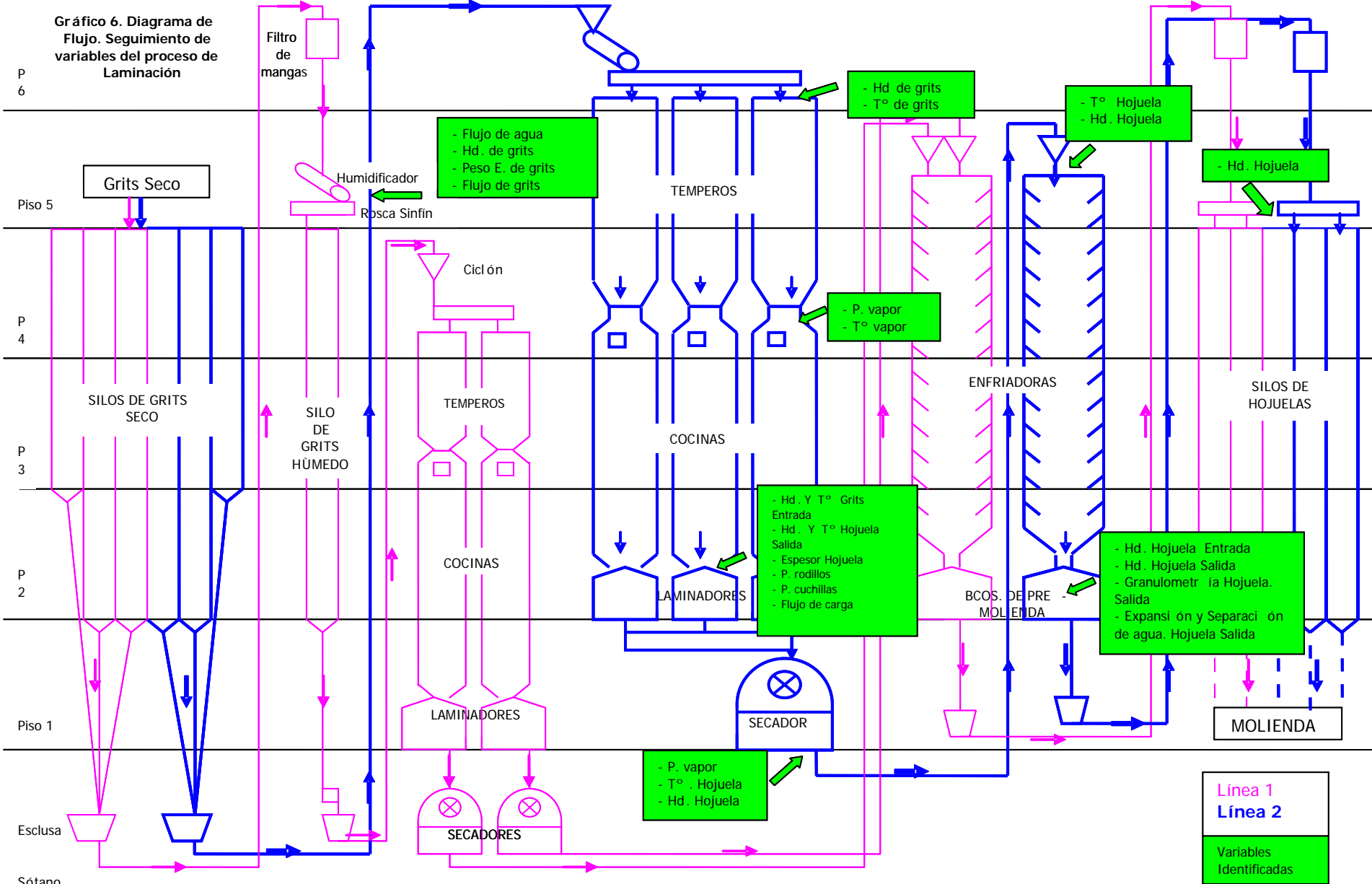
SECADOR

MOLIENDA

SECADORES

- P. vapor
- T° . Hojuela
- Hd. Hojuela

Línea 1
Línea 2
Variables
Identificadas



- Expansión de hojuela premolida a la salida de Bancos de Pre-molienda (cms)
- Separación de agua de hojuela premolida a la salida de Bancos de Pre-molienda (mms)
- Granulometría de hojuela premolida a la salida de los Bancos de Pre-molienda (%)

Silos de hojuelas

- Humedad de hojuela a la entrada de los silos de hojuelas (%)

Posteriormente se hace el seguimiento de las 27 variables identificadas anteriormente en todo el proceso de Laminación, mediante la toma de muestras y la realización de pruebas en el laboratorio, así como de la lectura de los diferentes instrumentos de control. Se registran 10 datos por cada variable durante un tiempo de 5 días no consecutivos, en los turnos 1 y 2 (7:30 a.m- 5:30 p.m). A los 10 datos obtenidos de cada variable producto del seguimiento, se les halla N° de datos, Desviación Standart, Intervalo de Confianza y Promedio, el cuál es el dato que aparece para cada variable en cada una de las gráficas presentadas.

4.3 RESULTADOS

La comparación de las variables entre las dos líneas se sintetiza en las siguientes representaciones gráficas:

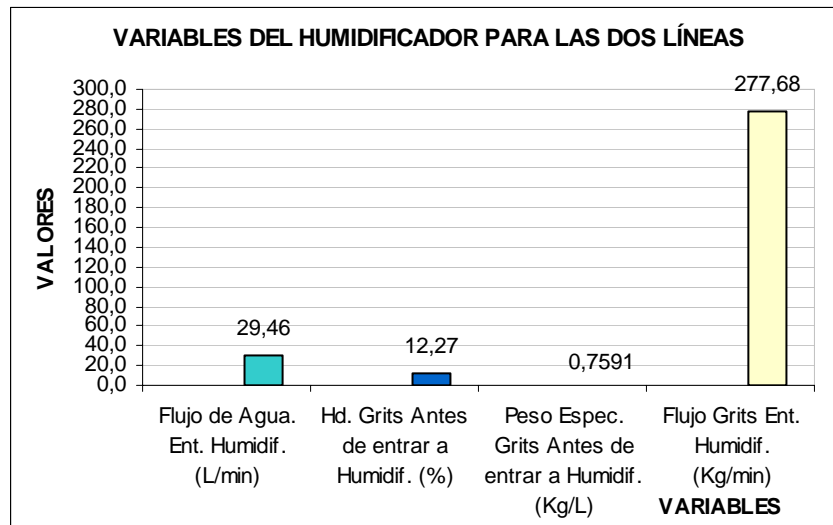
4.3.1 Humidificación

Tabla 14. Resultados. Variables de la Humidificación (Humidificador)

LINEA 1 Y 2 FLUJO DE AGUA. ENTRADA HUMIDIFICADOR (L/min)	
N° Datos	10.0
Promedio	29.5
Desv. Stan.	0.4
Intervalo de Confianza	29.2 – 29.7

HUMEDAD GRITS. ANTES DE ENTRAR A HUMIDIFICADOR (%)	
N° Datos	10.0
Promedio	12.3
Desv. Stan.	0.1
Intervalo de Confianza	12.2 -12.3
PESO ESPEC. GRITS. ANTES DE ENTRAR A HUMIDIFICADOR (Kg/L)	
N° Datos	10.0
Promedio	0.7591
Desv. Stan.	0.0054
Intervalo de Confianza	0.7552 - 0.7630
FLUJO GRITS. ENTRADA HUMIDIFICADOR (Kg/min)	
N° Datos	10.0
Promedio	277.7
Desv. Stan.	3.5
Intervalo de Confianza	275.2 -280.2

Gráfica 7. Variables de la Humidificación (Humidificador)



- El Flujo de agua en el Humidificador se encuentra en un rango entre 29.2 – 29.7 L/min.
- La Humedad de Grits antes de entrar al Humidificador se encuentra entre 12.2 – 12.3%.
- El Peso específico de Grits antes de entrar al Humidificador se encuentra entre 0.7552 – 0.7630 Kg/L.
- El Flujo de Grits entrando al Humidificador se encuentra entre 275.2 – 280.2 Kg/min.

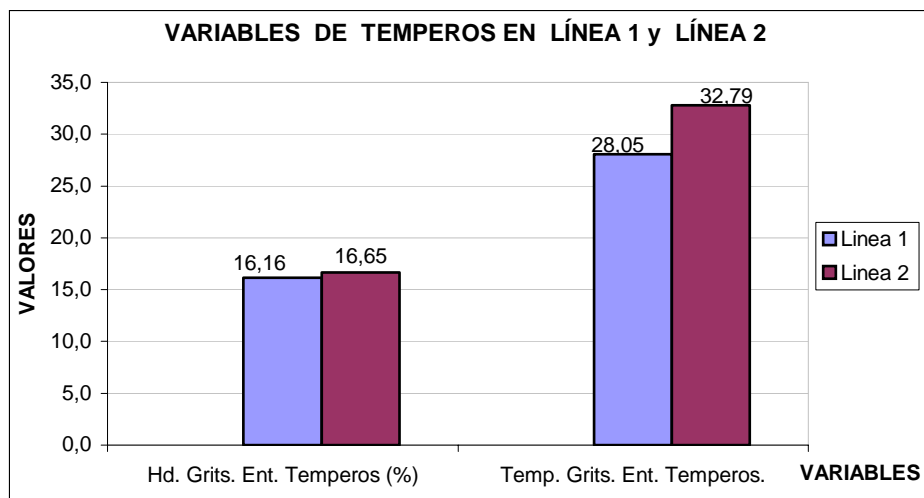
4.3.2 Acondicionado

Tabla15. Resultados. Variables de Acondicionado (Temperos)

LINEA 1				LINEA 2				
HUMEDAD GRITS. ENTRADA TEMPEROS (%)				HUMEDAD GRITS. ENTRADA TEMPEROS (%)				
	Temp 1	Temp 2	Promedio		Temp 4	Temp 5	Temp 6	Promedio
Nº Datos	10.0	10.0	10.0	Nº Datos	10.0	10.0	10.0	10.0
Promedio	16.2	16.1	16.2	Promedio	16.5	16.9	16.5	16.6
Desv. Stan.	0.5	0.6	0.6	Desv. Stan.	0.6	1.0	0.8	0.8
I. de C.	15.8 – 16.6			I. de C.	16.1 – 17.2			

TEMPERATURA GRITS. ENTRADA TEMPEROS (°C)				TEMPERATURA GRITS. ENTRADA TEMPEROS (°C)				
	Temp 1	Temp 2	Promedio		Temp 4	Temp 5	Temp 6	Promedio
Nº Datos	6.0	6.0	6.0	Nº Datos	6.0	6.0	6.0	6.0
Promedio	28.1	28.0	28.1	Promedio	32.8	32.8	32.7	32.8
Desv. Stan.	1.4	1.3	1.4	Desv. Stan.	0.6	0.8	0.6	0.7
I. de C.	26.6 – 29.5			I. de C.	32.1 -33.5			

Gráfica 8. Variables del Acondicionado (Temperos)



- La Humedad de Grits entrando a Temperos no presenta diferencias en las dos Líneas, y se encuentra en un rango entre 15.8 – 17.2%, para ambas Líneas.
- La Temperatura de Grits entrando a Temperos es un poco mayor en la Línea 2, con rangos de datos entre 26.6 – 29.5°C para la Línea 1 y entre 32.1 – 33.5 °C para la Línea 2.

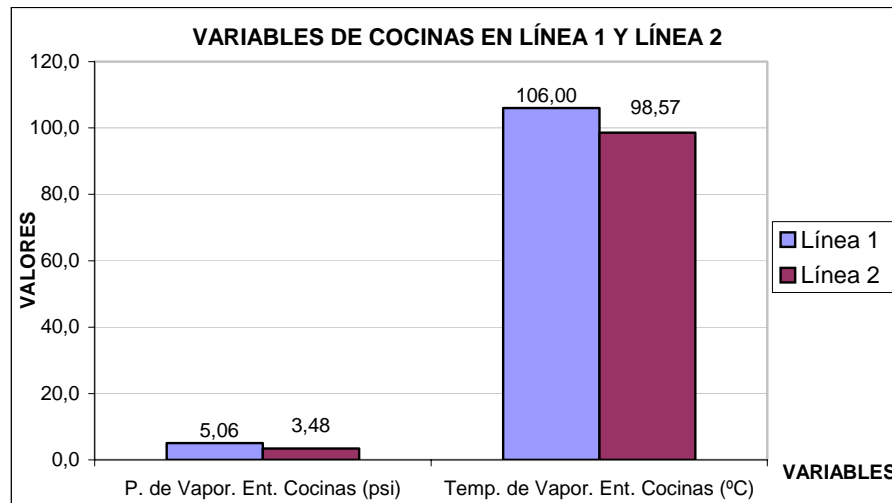
4.3.3 Cocción

Tabla 16. Resultados. Variables de Cocción (Cocinas Verticales)

LINEA 1 PRESION VAPOR. ENTRADA COCINAS (psi)				LINEA 2 PRESION VAPOR. ENTRADA COCINAS (psi)				
	Coc 1	Coc 2	Promedio		Coc 4	Coc 5	Coc 6	Promedio
Nº Datos	10.0	10.0	10.0	Nº Datos	10.0	10.0	10.0	10.0
Promedio	6.6	3.5	5.1	Promedio	3.0	3.6	3.9	3.5
Desv. Stan.	1.0	1.5	1.3	Desv. Stan.	0.5	0.4	0.2	0.4
I. de C.			4.2 - 6	I. de C.				3.2 – 3.8

TEMPERATURA VAPOR. ENTRADA COCINAS (°C)				TEMPERATURA VAPOR. ENTRADA COCINAS (°C)				
	Coc 1	Coc 2	Promedio		Coc 4	Coc 5	Coc 6	Promedio
Nº Datos	10.0	10.0	10.0	Nº Datos	10.0	10.0	10.0	10.0
Promedio	106.7	105.3	106.0	Promedio	98.1	98.0	99.6	98.6
Desv. Stan.	2.0	2.9	2.5	Desv. Stan.	1.0	0.7	1.2	0.9
I. de C.			104.2 – 107.8	I. de C.				97.9 – 99.2

Gráfica 9. Variables de Cocción (Cocinas verticales)



- La Presión de Vapor en las Cocinas es menor en la Línea 2, con rangos entre 4.2– 6 psi para la Línea 1 y 3.2 – 3.8 psi para la Línea 2.
- La Temperatura de Vapor en las Cocinas es igualmente menor en la Línea 2, presentando datos entre 104.2 – 107.8 °C para la Línea 1 y 97.9 – 99.2 °C para la Línea 2.

4.3.4 Laminado

Tabla 17. Resultados. Variables de Laminado (Laminadores)

LINEA 1				LINEA 2				
HUMEDAD GRITS. ENTRADA LAMINADORES (%)				HUMEDAD GRITS. ENTRADA LAMINADORES (%)				
	Lam 1	Lam 2	Promedio		Lam 4	Lam 5	Lam 6	Promedio
N° Datos	10.0	10.0	10.0	N° Datos	10.0	10.0	10.0	10.0
Promedio	23.8	23.7	23.7	Promedio	23.4	23.5	23.7	23.5
Desv. Stan.	0.6	0.5	0.6	Desv. Stan.	0.9	1.0	0.4	0.7
I. de C.			23.3 – 24.1	I. de C.				23 – 24.1

TEMPERATURA GRITS. ENTRADA LAMINADORES (°C)				TEMPERATURA GRITS. ENTRADA LAMINADORES (°C)				
	Lam 1	Lam 2	Promedio		Lam 4	Lam 5	Lam 6	Promedio
N° Datos	6.0	6.0	6.0	N° Datos	6.0	6.0	6.0	6.0
Promedio	77.7	78.5	78.1	Promedio	71.3	71.0	73.2	71.9
Desv. Stan.	1.6	1.8	1.7	Desv. Stan.	3.7	4.2	0.6	2.8
I. de C.			76.3 – 79.8	I. de C.				68.9 – 74.8

HUMEDAD HOJUELA. SALIDA LAMINADORES (%)				HUMEDAD HOJUELA. SALIDA LAMINADORES (%)				
	Lam 1	Lam 2	Promedio		Lam 4	Lam 5	Lam 6	Promedio
N° Datos	10.0	10.0	10.0	N° Datos	10.0	10.0	10.0	10.0
Promedio	20.5	20.5	20.5	Promedio	21.1	21.2	20.8	21.0
Desv. Stan.	0.4	0.4	0.4	Desv. Stan.	1.0	1.0	0.5	0.9
I. de C.			20.2 – 20.8	I. de C.				20.4 – 21.7

TEMPERATURA HOJUELA. SALIDA LAMINADORES (°C)				TEMPERATURA HOJUELA. SALIDA LAMINADORES (°C)				
	Lam 1	Lam 2	Promedio		Lam 4	Lam 5	Lam 6	Promedio
N° Datos	6.0	6.0	6.0	N° Datos	6.0	6.0	6.0	6.0
Promedio	56.9	55.3	56.1	Promedio	49.7	47.5	48.5	48.6
Desv. Stan.	2.6	2.8	2.7	Desv. Stan.	4.3	6.5	5.3	5.4
I. de C.			53.2 – 58.9	I. de C.				42.9 – 54.2

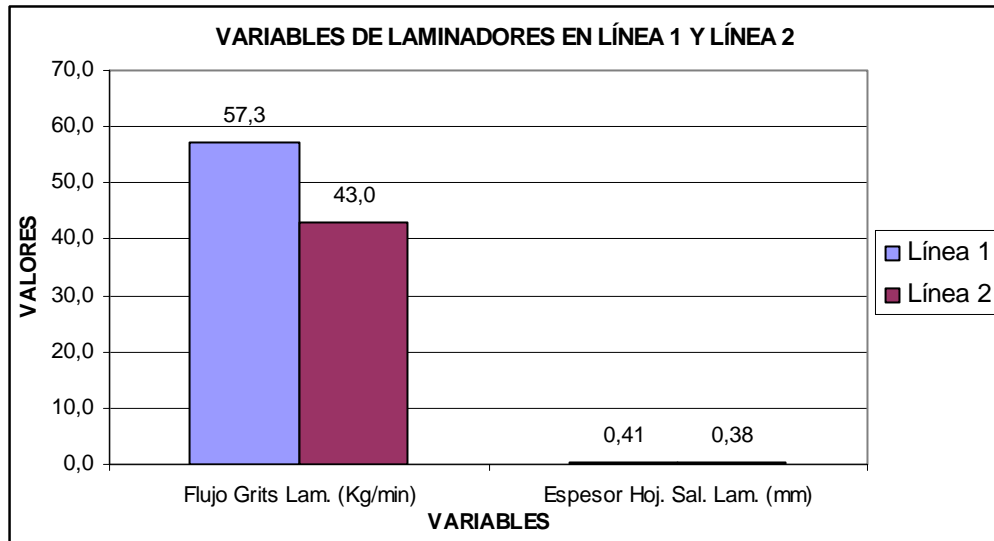
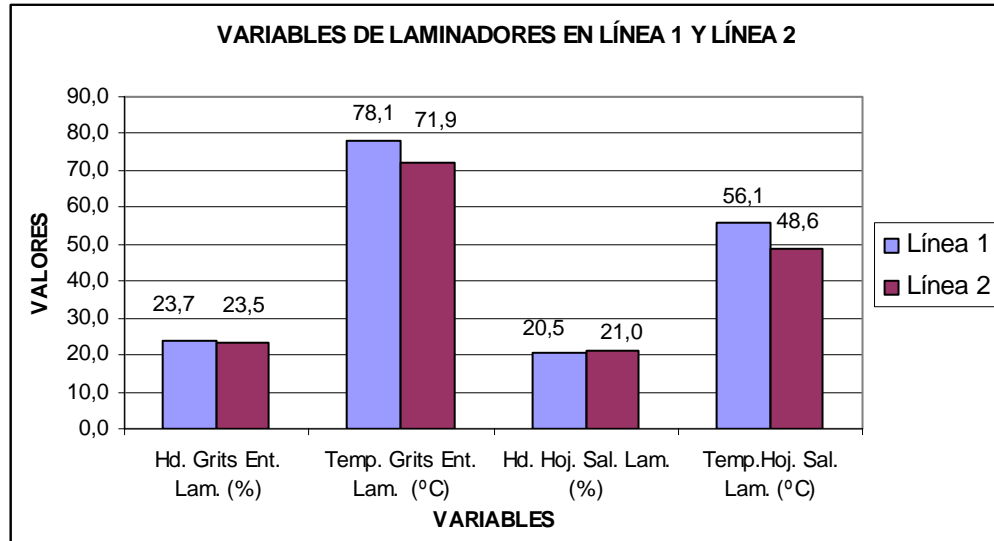
FLUJO GRITS. LAMINADORES (Kg/min)				FLUJO GRITS. LAMINADORES (Kg/min)				
	Lam 1	Lam 2	Promedio		Lam 4	Lam 5	Lam 6	Promedio
N° Datos	10.0	10.0	10.0	N° Datos	10.0	10.0	10.0	10.0
Promedio	57.1	57.4	57.3	Promedio	42.8	43.2	43.0	43.0
Desv. Stan.	7.1	7.0	7.0	Desv. Stan.	2.5	2.4	2.3	2.4
I. de C.			52.2 – 62.3	I. de C.				41.3 - 44.7

ESPESOR HOJUELA. SALIDA LAMINADORES (mm)				ESPESOR HOJUELA. SALIDA LAMINADORES (mm)				
	Lam 1	Lam 2	Promedio		Lam 4	Lam 5	Lam 6	Promedio
N° Datos	10.00	10.00	10.00	N° Datos	10.00	10.00	10.00	10.00
Promedio	0.41	0.42	0.41	Promedio	0.37	0.38	0.40	0.38
Desv. Stan.	0.02	0.02	0.02	Desv. Stan.	0.04	0.04	0.02	0.03
I. de C.			0.39 – 0.43	I. de C.				0.36 – 0.41

PRESIÓN DE RODILLOS. LAMINADORES (bar)				PRESIÓN DE RODILLOS. LAMINADORES (bar)				
	Lam 1	Lam 2	Promedio		Lam 4	Lam 5	Lam 6	Promedio
N° Datos	10.0	10.0	10.0	N° Datos	10.0	10.0	10.0	10.0
Promedio	139.0	125.1	132.1	Promedio	23.8	26.2	119.6	56.5
Desv. Stan.	3.2	1.7	2.4	Desv. Stan.	1.6	0.7	3.6	1.9
I. de C.			130.3 – 133.8	I. de C.				55.1 – 57.9

PRESIÓN DE CUCHILLAS. LAMINADORES (bar)				PRESIÓN DE CUCHILLAS. LAMINADORES (bar)				
	Lam 1	Lam 2	Promedio		Lam 4	Lam 5	Lam 6	Promedio
N° Datos	10.0	10.0	10.0	N° Datos	10.0	10.0		10.0
Promedio	27.2	7.4	17.3	Promedio	19.6	23.8		21.7
Desv. Stan.	0.6	1.0	0.8	Desv. Stan.	5.9	1.5		3.7
I. de C.			16.7 – 17.3	I. de C.				19 – 24.3

Gráfica 10. Variables de Laminado (Laminadores)



- La Humedad de Grits entrando a los Laminadores es semejante en las dos Líneas, con un rango entre 23 – 24.1 %, para las dos Líneas.
- La Temperatura de Grits entrando a los Laminadores se encuentra menor en la Línea 2, con rangos entre 76.3 – 79.8 °C para la Línea 1 y entre 68.9 – 74.8 °C para la Línea 2.

- La Humedad de la Hojuela a la Salida de los Laminadores es semejante, su rango está entre 20.2 – 21.7 % para las dos Líneas.
- La Temperatura de Hojuela saliendo de los Laminadores se encuentra menor en la Línea 2, con datos entre 53.2 – 58.9 °C para la Línea 1 y entre 42.9 – 54.2 °C para la Línea 2.
- Los Flujos de Grits en los Laminadores se encuentra menor por la Línea 2. Están entre 52.2 – 62.3 Kg/min para la Línea 1 y 41.3 – 44.7 Kg/min para la Línea 2.
- El Espesor de Hojuela a la salida de los Laminadores se encuentra un poco menor en la Línea 2, con rangos entre 0.39 – 0.43 mm para la Línea 1 y entre 0.36 – 0.41 mm en la Línea 2.
- La Presión de rodillos y Presión de cuchillas en los Laminadores de las dos Líneas son diferentes y no son comparables ya que las características propias de cada laminador son distintas, ya son de diferente marca comercial y poseen los manómetros ubicados en diferente sitio.

4.3.5 Secado

Tabla 18. Resultados. Variables de Secado (Secadores)

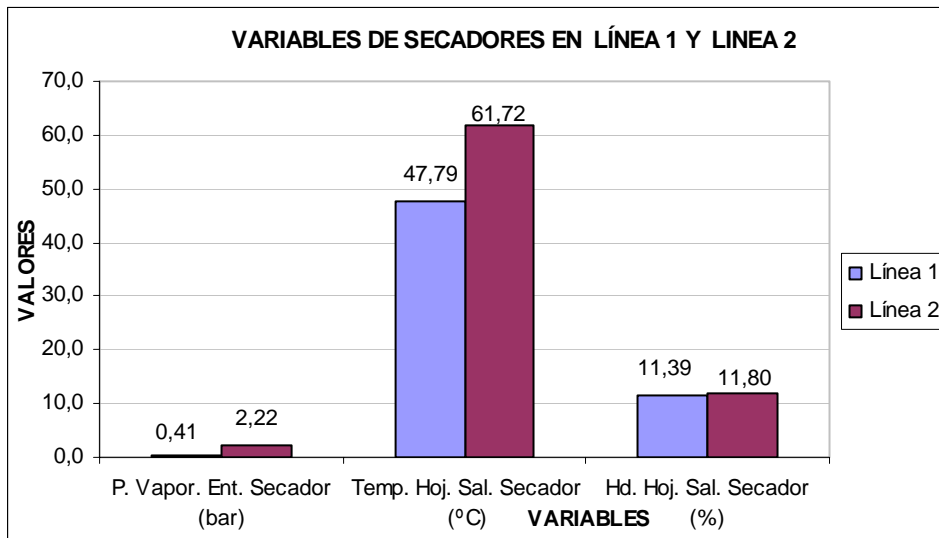
LINEA 1				LINEA 2	
PRESIÓN VAPOR. ENTRADA SECADORES (bar)				PRESIÓN VAPOR. ENTRADA SECADOR (bar)	
	Sec 1	Sec 2	Promedio		Secador 3
Nº Datos	10.0	10.0	10.0	Nº Datos	10.0
Promedio	0.4	0.4	0.4	Promedio	2.2
Desv. Stan.	0.2	0.2	0.2	Desv. Stan.	1.1
I. de C.			0.2 – 0.6	I. de C.	1.5 - 3

TEMPERATURA HOJUELA. SALIDA SECADORES (°C)				TEMPERATURA HOJUELA. SALIDA SECADOR (°C)	
	Sec 1	Sec 2	Promedio		Secador 3
Nº Datos	10.0	10.0	10.0	Nº Datos	10.0
Promedio	48.1	47.5	47.8	Promedio	61.7
Desv. Stan.	2.5	2.4	2.4	Desv. Stan.	3.6
I. de C.			46.1 – 49.5	I. de C.	59.2 – 64.3

HUMEDAD HOJUELA. SALIDA SECADORES (%)				HUMEDAD HOJUELA. SALIDA SECADOR (%)	
	Sec 1	Sec 2	Promedio		Secador 3
Nº Datos	10.0	10.0	10.0	Nº Datos	10.0
Promedio	11.5	11.3	11.4	Promedio	11.8

Desv. Stan.	0.9	0.7	0.8	Desv. Stan.	0.6
I. de C.			10.8 – 11.9	I. de C.	11.4 – 12.2

Gráfica 11. Variables de Secado (Secadores)



- La Presión de Vapor en los Secadores es mayor en la Línea 2, con un rango de datos de 0.2 – 0.6 bar para la Línea 1 y de 1.5 – 3.0 bar para la Línea 2.
- La Temperatura de la Hojuela saliendo de los Secadores es mayor en la Línea 2, con rangos entre 46.1 – 49.5 °C para la Línea 1 y entre 59.2 – 64.3 °C para la Línea 2.
- La Humedad de la Hojuela saliendo del secador no presenta diferencias en las dos Líneas, se encuentra en un rango de 10.8 – 12.2%, para ambas Líneas.

4.3.6 Enfriado

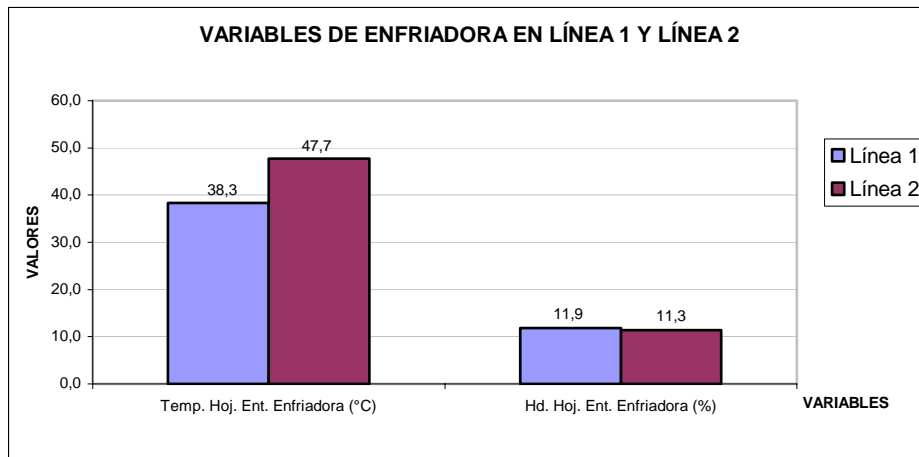
Tabla 19. Resultados. Variables de Enfriado (Enfriadoras)

LINEA 1		LINEA 2	
TEMPERAURA HOJUELA. ENTRADA ENFRIADORA (°C)	TEMPERAURA HOJUELA. ENTRADA ENFRIADORA (°C)	TEMPERAURA HOJUELA. ENTRADA ENFRIADORA (°C)	TEMPERAURA HOJUELA. ENTRADA ENFRIADORA (°C)
	Enfriadora 1		Enfriadora 2
N° Datos	10.0	N° Datos	10.0
Promedio	38.3	Promedio	47.7

Desv. Stan.	3.5	Desv. Stan.	3.2
I. de C.	35.3 – 40.3	I. de C.	45.4 - 50

HUMEDAD HOJUELA. ENTRADA ENFRIADORA (%)		HUMEDAD HOJUELA. ENTRADA ENFRIADORA (%)	
Enfriadora 1		Enfriadora 2	
N° Datos	10.0	N° Datos	10.0
Promedio	11.9	Promedio	11.3
Desv. Stan.	0.5	Desv. Stan.	0.9
I. de C.	11.5 – 12.2	I. de C.	10.7 – 12.0

Gráfica 12. Variables de Enfriado (Enfriadoras)



- La Temperatura de la Hojuela entrando a la Enfriadora es mayor en la Línea 2, presentando datos entre 35.3 – 40.3°C para la Línea 1 y entre 45.4 – 50 °C para la Línea 2.
- La Humedad de la Hojuela saliendo de la Enfriadora no presentan diferencias en las dos Líneas .Se encuentran en un rango de 10.7 – 12.2%.

4.3.7 Premolienda

Tabla 20. Resultados. Variables de Premolienda (Bancos de Premolienda)

LINEA 1		LINEA 2	
HUMEDAD HOJUELA. ENTRADA PRE-MOLIENDA (%)		HUMEDAD HOJUELA. ENTRADA PRE-MOLIENDA (%)	
Banco de Pre-molienda 1		Banco de Pre-molienda 2	
N° Datos	10.0	N° Datos	10.0

Promedio	10.5	Promedio	10.7
Desv. Stan.	0.6	Desv. Stan.	0.7
I. de C.	10.1 – 11.0	I. de C.	10.2 – 11.2

HUMEDAD HOJUELA. SALIDA PRE-MOLIENDA (%)		HUMEDAD HOJUELA. SALIDA PRE-MOLIENDA (%)	
	Banco de Pre-molienda 1		Banco de Pre-molienda 2
Nº Datos	10.0	Nº Datos	10.0
Promedio	10.5	Promedio	10.5
Desv. Stan.	0.8	Desv. Stan.	0.7
I. de C.	9.9 – 11.1	I. de C.	10.0 – 11.0

EXPANSIÓN DE HOJUELA. SALIDA PRE-MOLIENDA (cms)		EXPANSIÓN DE HOJUELA. SALIDA PRE-MOLIENDA (cms)	
	Banco de Pre-molienda 1		Banco de Pre-molienda 2
Nº Datos	10.0	Nº Datos	10.0
Promedio	5.9	Promedio	6.6
Desv. Stan.	0.5	Desv. Stan.	0.5
I. de C.	5.6 – 6.2	I. de C.	6.3 – 7.0

SEPARACIÓN DE AGUA. HOJUELA. SALIDA PRE-MOLIENDA (mm)		SEPARACIÓN DE AGUA. HOJUELA. SALIDA PRE-MOLIENDA (mm)	
	Banco de Pre-molienda 1		Banco de Pre-molienda 2
Nº Datos	10.0	Nº Datos	10.0
Promedio	1.1	Promedio	2.1
Desv. Stan.	0.3	Desv. Stan.	0.9
I. de C.	0.9 – 1.4	I. de C.	1.5 – 2.8

Gráfica 13. Variables de Premolienda (Bancos de Premolienda)

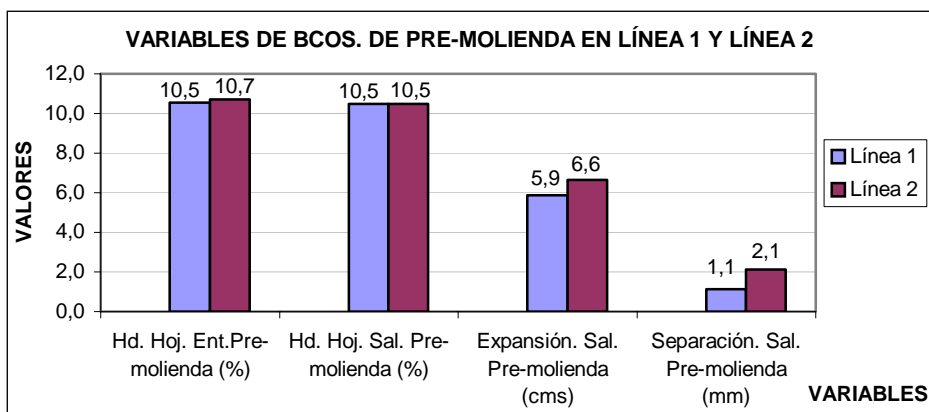
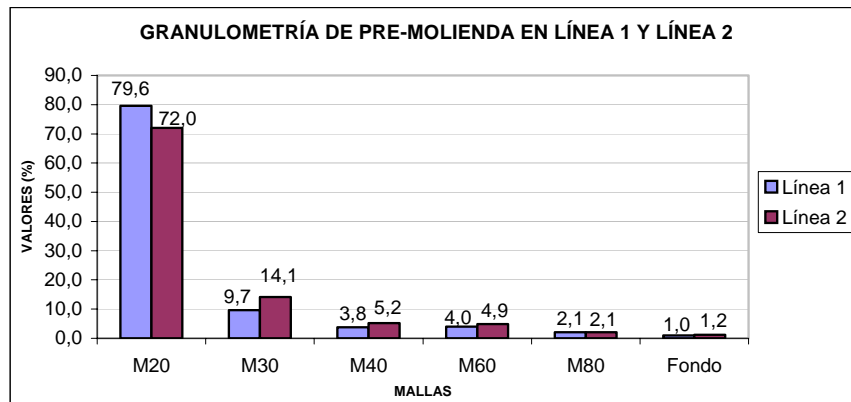


Tabla 21. Resultados. Granulometría de Premolienda (Bancos de Premolienda)

GRANULOMETRÍA HOJUELA PREMOLIDA SALIDA PREMOLIENDA (%) LINEA 1 Banco de Premolienda 1						
	-M20	-M30	-M40	-M60	-M80	Fondo
Nº Datos	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Promedio	79.6	9.7	3.8	4.0	2.1	1.0
Desv. Stan.	6.1	3.2	1.3	1.1	1.1	0.3

I. de C.	75.3 – 83.9	7.4 – 12.0	2.9 – 4.7	3.2 – 4.8	1.3 – 2.8	0.8 – 1.2
LÍNEA 2						
Banco de Premolienda 2						
	-M20	-M30	-M40	-M60	-M80	Fondo
N° Datos	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Promedio	72.0	14.1	5.2	4.9	2.1	1.2
Desv. Stan.	2.5	1.6	0.6	0.7	0.3	0.3
I. de C.	70.3 – 73.8	12.9 – 15.2	4.8 – 5.7	4.4 – 5.4	1.9 – 2.3	1.0 – 1.4

Gráfica 14. Granulometría de Premolienda (Bancos de Premolienda)



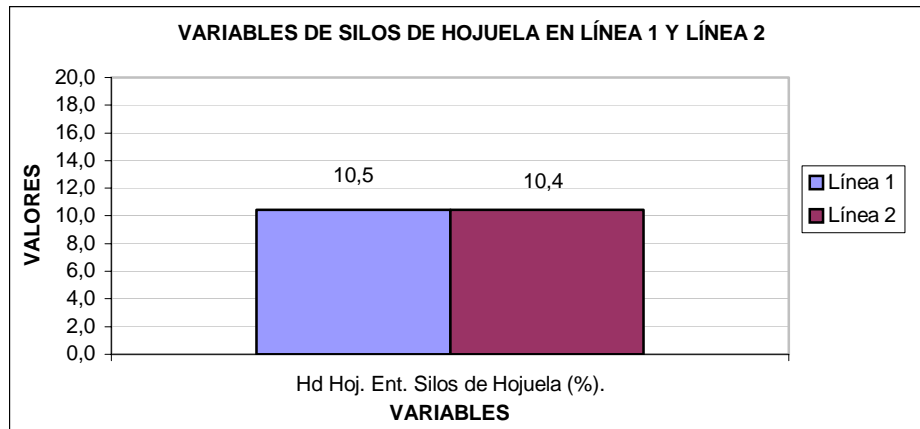
- La Humedad de la Hojuela entrando a Premolienda es semejante en las dos Líneas, encontrándose en un rango entre 10.1 – 11.2%.
- La Humedad de la Hojuela premolida saliendo de Premolienda es semejante en las dos Líneas, encontrándose en un rango de datos de 9.9 – 11%.
- La Expansión de la hojuela premolida, como es de conocimiento se encuentra mayor en la Línea 2, con rangos entre 5.6 – 6.2cms para la Línea 1 y entre 6.3 – 7.0 cms para la Línea 2 .
- La Separación de agua de la hojuela premolida al igual que la anterior, se encuentra mayor en la Línea 2, con rangos entre 0.9 – 1.4 mm para la Línea 1 y entre 1.5 -2.8 mm para la Línea 2.
- La Granulometría de la hojuela premolida, se presenta menor retención de la Malla 20 (Hojuela entera) en la Línea 2, con datos entre 75.3 – 83.9% para la Línea 1 y entre 70.3 – 73.8% para la Línea 2.

4.3.8 Silos de Hojuela

Tabla 22. Resultados. Variables de Silos de hojuelas

HUMEDAD HOJUELA. ENTRADA SILOS DE HOJUELA (%)			
LINEA 1		LINEA 2	
	Silos Línea 1		Silos Línea 2
N° Datos	10.0	N° Datos	10.0
Promedio	10.5	Promedio	10.4
Desv. Stan.	0.4	Desv. Stan.	0.8
I. de C.	10.2 -10.7	I. de C.	9.9 – 11.0

Gráfica 15. Variables de Silos de hojuelas



- La Humedad de Hojuela entrando a los Silos de Hojuela no presenta diferencias en las dos Líneas y se encuentra en un rango entre 9.9 – 11%.

4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se tiene entendido, en el proceso se observa un menor flujo de carga en los Laminadores de la Línea 2 (41-45 Kg/min), con respecto a la Línea 1 (52-62 Kg/min) y una deficiencia de consistencia y absorción de agua de la hojuela en la Línea 2 en comparación con la Línea 1, propiedades que son medidas mediante la Prueba de expansión y Separación de agua. (**Línea 1**= Expansión: 5.6 - 6.2 cms, Separación de agua: 0.9 -1.4 mm; **Línea 2** = Expansión: 6.3 -7.0 cms, Separación de agua: 1.5 – 2.8 mm).

Se encuentran 5 diferencias principales en las variables identificadas de las dos líneas de todo el proceso de Laminación:

Acondicionado

- La Temperatura de Grits entrando a Temperos es aprox. 4 °C, mayor en la Línea 2, con rangos de datos entre 26.6 – 29.5 °C para la Línea 1 y entre 32.1 – 33.5 °C para la Línea 2.

Cocción

- La Presión de Vapor en las Cocinas es menor aprox. 2-3 psi en la Línea 2, con rangos entre 4.2 – 6 psi para la Línea 1 y 3.2 – 3.8 psi para la Línea 2. Por lo tanto la Temperatura de Vapor en las Cocinas es igualmente menor 5-6°C en la Línea 2, presentando datos entre 104.2 – 107.8 °C para la Línea 1 y 97.9 – 99.2 °C para la Línea 2. Y a su vez tanto la Temperatura de Grits entrando a los Laminadores, como la Temperatura de hojuela saliendo de los mismos se encuentra menor en la Línea 2, con rangos entre 76.3 – 79.8 °C para la Línea 1 y entre 68.9 – 77.8 °C para la Línea 2, de la temperatura del grits; y con datos entre 53.2 – 58.9 °C para la Línea 1 y entre 42.9 – 54.2 °C para la Línea 2, de la temperatura de la hojuela.

Laminación

- El Espesor de Hojuela a la salida de los Laminadores se encuentra aprox. 3mm. menor en la Línea 2, con rangos entre 0.39 – 0.43 mm para la Línea 1 y entre 0.36 – 0.41 mm en la Línea 2. Por otro lado la Presión de rodillos y la Presión de cuchillas en los Laminadores de las dos Líneas son diferentes y no son comparables ya que las características propias de cada laminador son distintas, ya que son de diferente marca comercial y poseen los manómetros ubicados en diferente sitio.

Secado

- La Presión de Vapor en los Secadores es aprox. 1.5 bar mayor en la Línea 2, con un rango de datos de 0.2 – 0.6 bar para la Línea 1 y de 1.5 – 3 bar para la Línea 2. Por lo tanto la Temperatura de la Hojuela saliendo de los Secadores es aprox. 10 °C mayor en la Línea 2, con rangos entre 46.2 – 49.5 °C para la Línea 1 y entre 59.2 – 64.3 °C para la Línea 2. Y a su vez la Temperatura de la Hojuela entrando a la Enfriadora es aprox. 10°C mayor en la Línea 2, presentando datos entre 35.3 – 40.3 °C para la Línea 1 y entre 45.2 – 50 °C para la Línea 2.

Pre-molienda

- En la Granulometría saliendo de Pre-molienda, se presenta menor retención (aprox. 5%) de la Malla 20 (Hojuela entera) en la Línea 2, con datos entre 75.3 – 83.9% para la Línea 1 y entre 70.3 – 73.8% para la Línea 2.

Adicional a éste seguimiento, en el transcurso de la práctica se identificaron otras variables como son:

- Tiempos de Acondicionado de grits
- Granulometría del grits en la Cocción
- Variables de Sistemas de Aspiración de los Laminadores

Con base a las diferencias encontradas en éste seguimiento y a las variables adicionales, se procede a realizar tanto ensayos como evaluaciones, manejando variables con el fin de medir su efecto sobre los flujos de carga y las propiedades de consistencia y absorción de agua de la hojuela.

Por limitación de tiempo se procede a evaluar y manejar las variables por prioridad, y aquellas que no fueron estudiadas quedan expuestas en las Recomendaciones (Capítulo 8).

5. ENSAYOS Y EVALUACIONES REALIZADAS

5.1 HUMIDIFICACIÓN Y ACONDICIONADO

5.1.1 Ensayo: Reducción de tiempo de Acondicionado de grits en la

Línea 2

5.1.1.1 Objetivo

- Evaluar la influencia de la reducción de tiempo de Acondicionado en la Línea 2, sobre las propiedades de consistencia y absorción de agua de la hojuela.

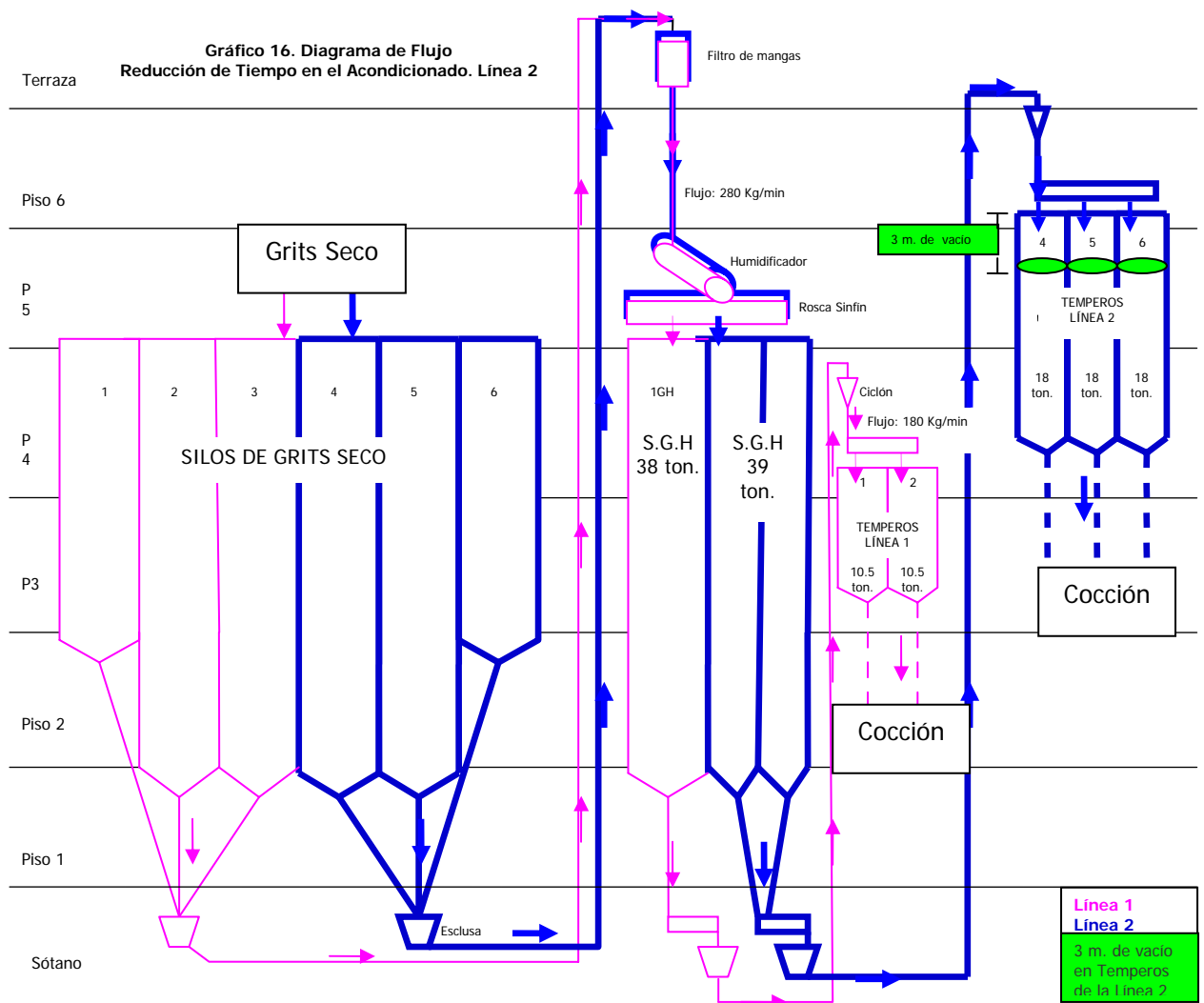
5.1.1.2 Materia Prima y Procedimiento

Como variable adicional al Seguimiento de variables (Capítulo 5), y con el fin de igualar tiempos de Acondicionado de la Línea 2, con respecto a la Línea 1, se analiza el tiempo de Acondicionado; el cuál se concede para que el agua penetre y se distribuya interior y exteriormente en el grano dependiendo de su dureza¹; obteniendo un grano hidratado apto para posteriormente ser cocido y laminado, operaciones donde se le otorgan las propiedades de consistencia y absorción de agua a la hojuela.

El llenado de Silos de Grits Húmedo, así como el llenado de Temperos se toma como parte del Acondicionado, ya que el grano está húmedo, durante prolongado tiempo (aprox. 6 horas), y el llenado se realiza de manera continua.

¹ HOSENEY, R. Carl. Principios de Ciencia y Tecnología de Los Cereales. Zaragoza, España : Acribia, 1991. 135p.

El Acondicionado inicia con el descargue del grano de los Silos de grits Seco, la adición de agua mediante un humidificador, para alimentar los Silos de Grits Húmedo y finalmente proceder a llenar los Temperos.



El acondicionado de grits de la Línea 1, es de aproximadamente 6,2 horas, y el de la Línea 2 de 9,3 horas; esto debido a que la Línea 2 maneja mayor capacidad, y por lo tanto tarda más tiempo el llenado sus Temperos.

De acuerdo a esto se decide hacer un ensayo donde se reduzca el tiempo de acondicionado para la Línea 2, dejando 3 m. de vacío durante el llenado de los 3

Temperos, lo que reduce en una hora el tiempo de acondicionado de ésta Línea (8,1 horas); con el fin de evaluar el efecto que ésta reducción tiene sobre las propiedades de consistencia y absorción de agua en la hojuela. Estas propiedades se evalúan mediante los resultados de la prueba de Expansión y Separación de agua de la hojuela que sale de la Premolienda.

CALCULOS

TIEMPO DE ACONDICIONADO EN CADA LÍNEA

▪ Línea 1

Capacidad Silo Grits Húmedo (S.G.H.): 38 ton.

Capacidad 2 Temperos: 10.5 ton. c/u = 21 ton.

Flujo de Grits. Entrada S.G.H= 280 Kg/min

Flujo de Grits. Entrada Temperos= 180 Kg/min

- Llenado de Silos de Grits Húmedo

$(38000 \text{ Kg}/280 \text{ Kg/min}) = 2,26 \text{ horas}$

- Llenado de Temperos

$(21000 \text{ Kg}/180 \text{ Kg/min}) = 1,94 \text{ horas}$

- Recirculación = 2 horas

TOTAL: 6.2 Horas

▪ Línea 2

Capacidad 2 Silos Grits Húmedo (S.G.H.): 21 y 18 ton. = 39 ton.

Capacidad 3 Temperos: 18 ton. c/u = 54 ton.

Flujo de Grits. Entrada S.G.H= 280 Kg/min

Flujo de Grits. Entrada Temperos= 180 Kg/min

- Llenado de Silos de Grits Húmedo
(39000 Kg/280 Kg/min)= 2,32 horas
- Llenado de Temperos
(54000 Kg/180 Kg/min)= 5 horas
- Recirculación = 2 horas

TOTAL: 9.3 Horas

REDUCCIÓN DE TIEMPO DE ACONDICIONADO EN LA LÍNEA 2

Con la reducción de la altura de llenado de 3 m. en los 3 Temperos; se calcula el tiempo de reducción:

Altura de Temperos: 7,74 m.

7,74m. – 3 m de vacío = 4,74m

Altura de Llenado: L: 4,74 m.

r= 1,10 m.

$Vol._c = \pi * r^2 * L$

Vol._c = 18012 L

Masa = (18012 L * 0,76 Kg/L) = 13689 Kg.

13689 Kg * 3 Temperos = 41067 Kg

(41067 Kg/180 Kg/min)= 3,80 horas de Llenado de Temperos

- Llenado de Silos de Grits Húmedo
(39000 Kg/280 Kg/min)= 2,32 horas
- Llenado de Temperos
(41067 Kg/180 Kg/min)= 3,80 horas
- Recirculación = 2 horas

TOTAL: 8.1 Horas

5.1.1.3 Resultados

Los resultados de las variables se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 23. Resultados. Reducción de tiempo de acondicionado de grits en la Línea 2

VARIABLES	LAMINADOR 4	LAMINADOR 5	LAMINADOR 6
Expansión (cms)	7.1		
Separación (mms)	3.0		
Flujo de carga Laminadores (Kg/min)	40	40	41

5.1.1.4 Análisis de Resultados

- No se presenta ninguna mejora en las propiedades de Expansión y Separación de agua de la hojuela, ya que los resultados se encuentran en el promedio (Exp: 6.5-7.0 cms y Sep: 2-3 mms) que maneja esa Línea con ese flujo de carga (40-45 Kg grits/min.), por lo tanto se concluye que la reducción de tiempo de una hora aprox. no tiene ningún efecto sobre la eficiente distribución de agua interior y exteriormente en el grano durante el Acondicionado, ni sobre las propiedades de consistencia y absorción de agua que proporciona la Cocción y el Laminado.
- Aún no se descarta ésta variable, ya que con el ensayo realizado aún quedaban 2 horas de diferencia del tiempo de Acondicionado entre las dos Líneas.

5.1.2 Ensayo: Mayor Reducción de tiempo de Acondicionado de grits en la Línea 2

5.1.2.1 Objetivo

- Evaluar el efecto de la reducción de tiempo de Acondicionado, sobre la Temperatura de grits a la entrada de los Temperos, y sobre las propiedades de consistencia y absorción de agua de la hojuela.

5.1.2.2 Procedimiento

En el Seguimiento de variables (Capítulo 5) realizado inicialmente se observó que una de las diferencias entre las dos Líneas, es un aumento de Temperatura de 4°C aprox. del grits a la entrada de Temperos durante el Acondicionado de la Línea 2, con respecto a la Línea 1; el cuál es causado por la fricción que genera el transporte neumático positivo (desplazamiento de materiales suspendidos en una corriente de aire sobre distancias horizontales y verticales) de un mayor recorrido (20 metros más) de tubería por la línea 2. Éste aumento de temperatura anudada con una alta humedad acelera el proceso de respiración del grano², pudiendo afectar el objetivo del Acondicionado el cuál consiste en la distribución de agua en el grano interior y exteriormente, para posteriormente ser cocido y laminado, donde se le otorgan las propiedades de consistencia y absorción de agua a la hojuela.

Con base a lo anterior se pretende evaluar si una reducción en la longitud de transporte neumático positivo del grits a los temperos, reduce la fricción y por lo tanto la temperatura del grits durante el Acondicionado. Este ensayo se evalúa mediante la medición de Humedad y Temperatura de grits a la entrada de los Temperos de las dos Líneas tomando 3 muestras por turno, en el turno 1 y 2 para un total de 30 datos.

Con el fin de igualar tiempos de Acondicionado de la Línea 2, con respecto a la Línea 1, se analiza el tiempo de Acondicionado; el cuál determina la eficiente penetración de agua interior y exteriormente en el grits.

De acuerdo a esto se pretende evaluar si una reducción de longitud de transporte neumático positivo de grits a Temperos, lo que a su vez reduce tiempo de Acondicionado para la Línea 2, (2 horas menos), genera algún efecto sobre las propiedades de consistencia y absorción de agua en la hojuela. Estas propiedades

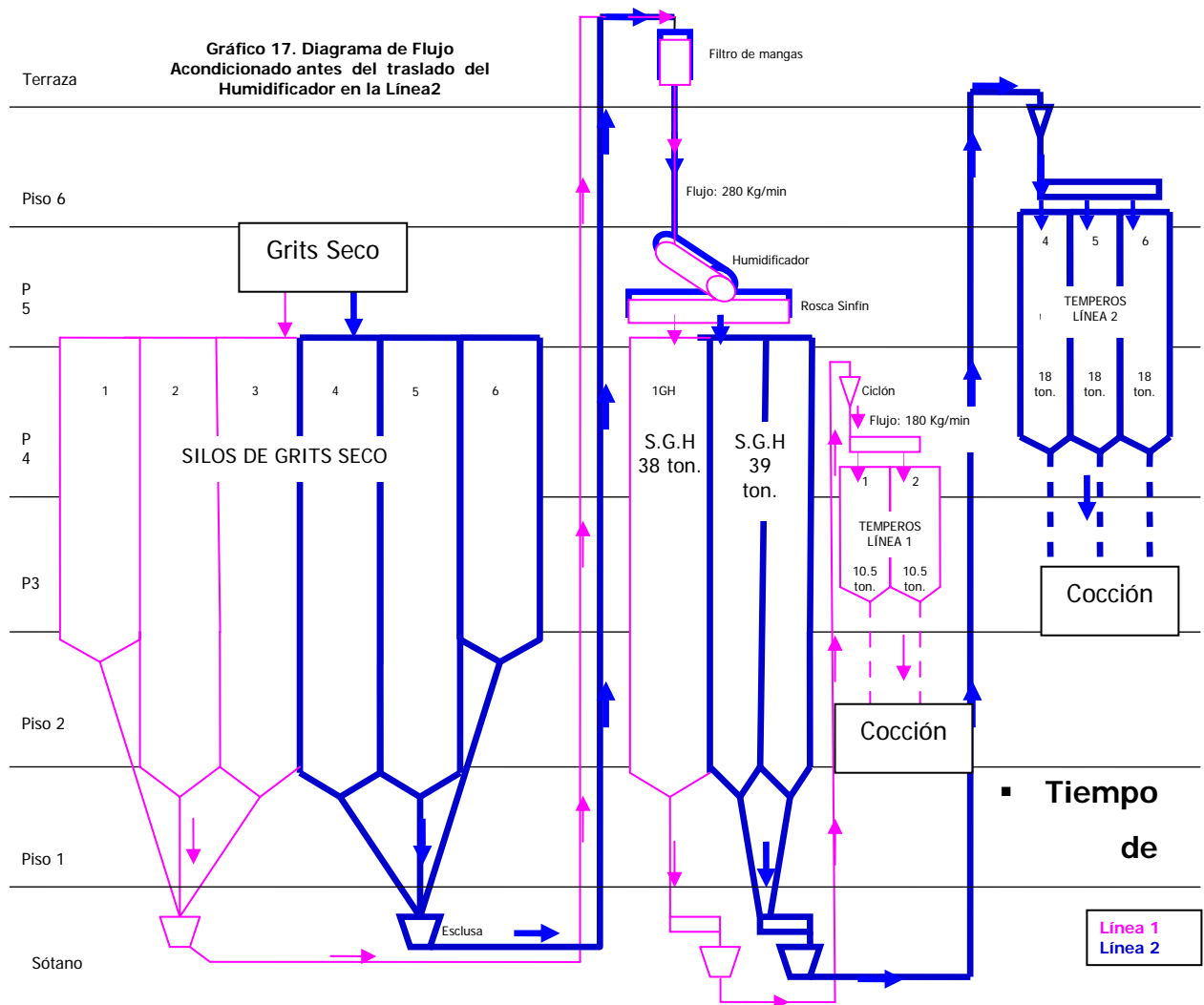
² SERNA, Sergio R. Química, Almacenamiento e Industrialización de Los Cereales. México : Mc Graw Hill, 1996. 116p

se evalúan mediante los resultados de la prueba de Expansión y Separación de agua de la hojuela que sale de la Premolienda.

La reducción de longitud de transporte se realiza mediante el traslado del humidificador de la Línea 2, como se explica posteriormente:

TIEMPO DE ACONDICIONADO ANTES DEL TRASLADO DEL HUMIDIFICADOR DE LA LÍNEA 2

El Acondicionado inicia con el llenado de Silos de Grits Seco, de los cuáles el grits es descargado para agregarle agua, mediante un Humidificador y luego pasarlo a los Silos de Grits Húmedo, de donde se descarga para alimentar los Temperos de cada Línea.



Acondicionado. Línea 1

Cap. Silo Grits Húmedo (S.G.H.): 38 ton.

Cap. 2 Temperos: 10.5 ton. c/u = 21 ton.

Flujo de Grits. Entrada S.G.H= 280 Kg/min

Flujo de Grits. Entrada Temperos= 180 Kg/min

- Llenado de Silos de Grits Húmedo

$(38.000 \text{ Kg}/280 \text{ Kg/min}) = 2.26 \text{ horas}$

- Llenado de Temperos

$(21.000 \text{ Kg}/180 \text{ Kg/min}) = 1.94 \text{ horas}$

- Recirculación = 2 horas

TOTAL: 6.2 Horas

▪ Tiempo de Acondicionado. Línea 2

Cap. 2 Silos Grits Húmedo (S.G.H.): 21 y 18 ton.= 39 ton.

Cap. 3 Temperos: 18 ton. c/u = 54 ton.

Flujo de Grits. Entrada S.G.H= 280 Kg/min

Flujo de Grits. Entrada Temperos= 180 Kg/min

- Llenado de Silos de Grits Húmedo

$(39.000 \text{ Kg}/280 \text{ Kg/min}) = 2.32 \text{ horas}$

- Llenado de Temperos

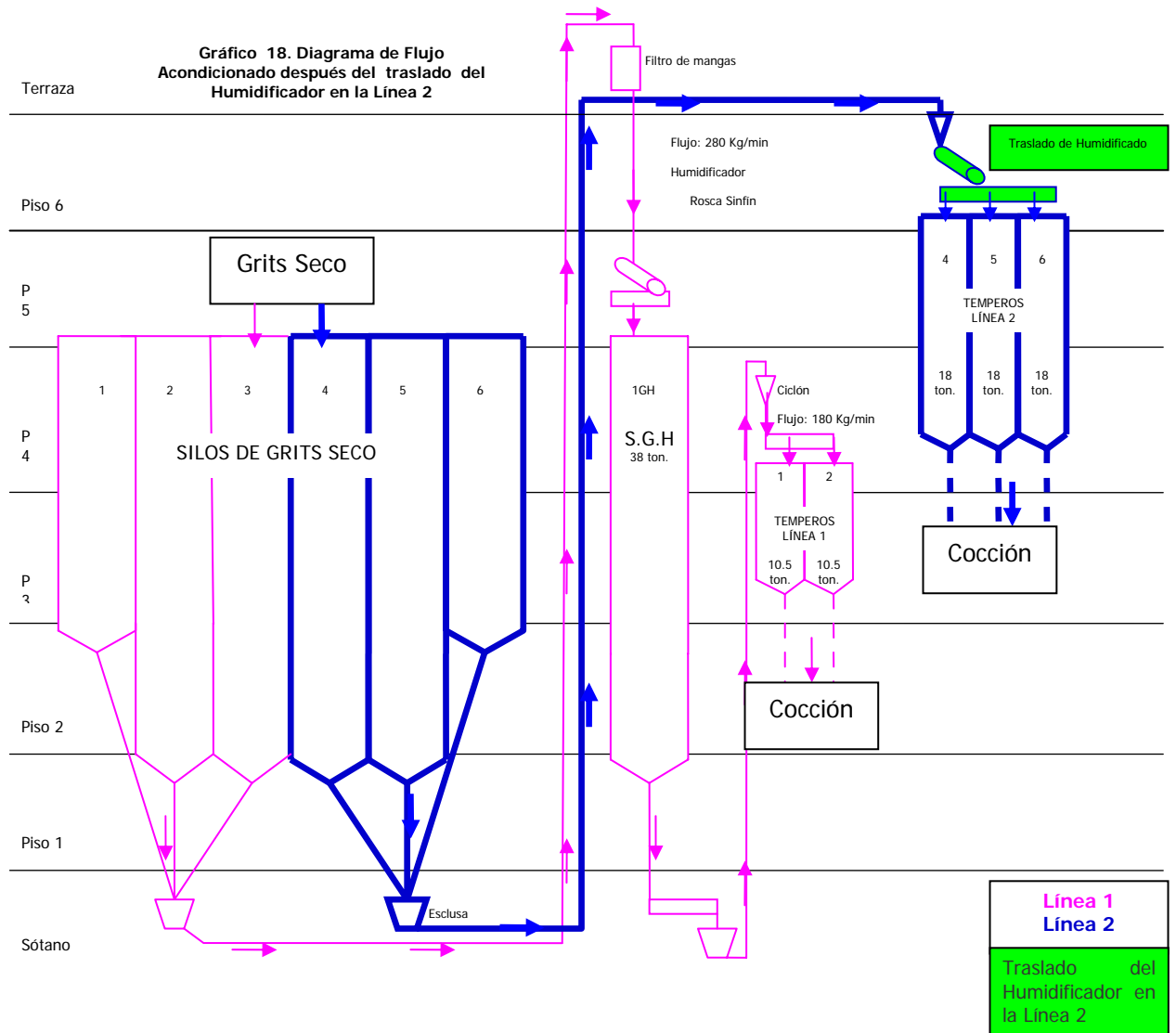
$(54.000 \text{ Kg}/180 \text{ Kg/min}) = 5 \text{ horas}$

- Recirculación = 2 horas

TOTAL: 9.32 Horas

TIEMPO DE ACONDICIONADO DESPUÉS DEL TRASLADO DEL HUMIDIFICADOR DE LA LÍNEA 2

La reducción de longitud del transporte en la Línea 2 consiste en llenar Silos de Grits Seco, luego humidificar el grits mediante el humidificador instalado a la entrada de los Temperos, y proceder a llenar éstos, sin pasar el grits por Silos de Grits Húmedo, como anteriormente se hacía; es decir que se reduce el tiempo que demoraba el grits en llenar Silos de Grits Húmedo, logrando así una reducción de 2 horas de tiempo de Acondicionado por la Línea 2, quedando sólo una diferencia de 1 hora entre las dos Líneas actualmente.



▪ **Tiempo de Acondicionado. Línea 2**

Cap. 3 Temperos: 18 ton. c/u = 54 ton.

Flujo de Grits. Entrada S.G.H= 280 Kg/min

Flujo de Grits. Entrada Temperos= 180 Kg/min

- Llenado de Temperos

(54.000 Kg/180 Kg/min)= 5 horas

- Recirculación = 2 horas

TOTAL: 7 Horas

5.1.2.3 Resultados

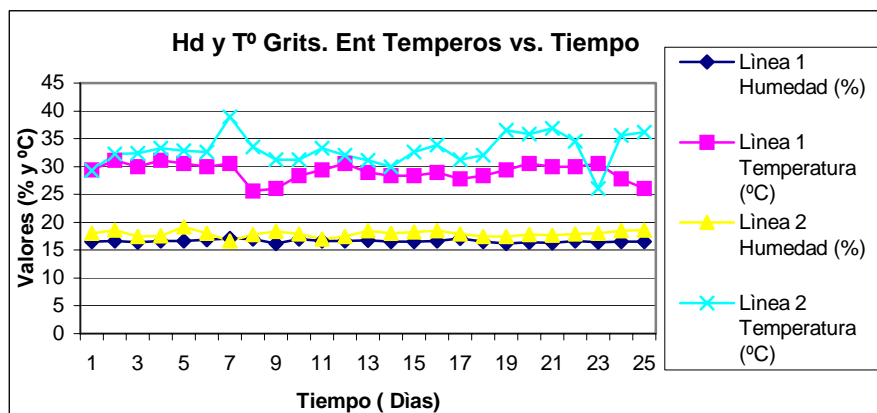
La Humedad y Temperatura de grits entrando a Temperos de las dos Líneas se resume a continuación:

Tabla 24. Resultados. Hd y T° Grits Entrada Temperos.

Fecha	T° GRITS. ENTRADA TEMPEROS			
	LÍNEA 1		LÍNEA 2	
	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Temperatura (°C)
Promedio	16,61	29,11	17,95	33,02
Desv. Stand.	0,25	1,56	0,55	2,73
N° Datos	25	25	25	25
I. de C.	16.5 – 16.7	28.4 – 29.7	17.7 – 18.17	31.8 – 34.1

Expansión y Separación de agua: 6.9 cms y 2.4 mms.

Gráfica 19. Hd y T° Grits Entrada Temperos vs. Tiempo.



5.1.2.4 Análisis de Resultados

- Con la reducción de longitud de transporte neumático positivo, se logra reducir el tiempo de acondicionado de la Línea 2 en 2 horas aprox, lo que permitió, reducir la diferencia de tiempo de acondicionado de las dos Líneas de 3 a 1 hora. Pero ésta reducción no arrojó ninguna mejora en los resultados de las propiedades de Expansión y Separación de agua; ya que los resultados se encuentran en el promedio (Exp: 6.5-7.0 cms y Sep: 2-3 mms) que maneja esa Línea con ese flujo de carga (40-45 Kg grits/min.); por lo tanto se concluye que la reducción de tiempo de dos horas aprox. no tiene ningún efecto sobre la distribución de agua interior y exteriormente durante el Acondicionado, ni sobre las propiedades de consistencia y absorción de agua que proporciona la Cocción y el Laminado.
- Con la reducción de longitud de transporte, en cuanto a Temperatura el grits de la Línea 2 sigue presentando una diferencia de aproximadamente 4 °C mas que el grits de la Línea 1, lo cuál puede afectar el objetivo del acondicionado, ya que la respiración se afecta fuertemente por la temperatura; al subir la temperatura se acelera la respiración³; siendo la fricción que ocasiona el transporte neumático positivo del grits la causante de ésta diferencia de temperatura, ya que la Línea 2, a pesar de la reducción de transporte, sigue teniendo un recorrido de tubería más largo (10 metros mas) para llegar a Temperos.
- Debido a los cambios realizados en la ubicación del humidificador las humedades de grits entrando a temperos de las dos Líneas son diferentes, ya que por la Línea1, entra grits seco a Temperos y por la Línea 2 entra grits humidificado, por lo tanto las humedades son diferentes.

³ HOSENEY, R. Carl. Principios de Ciencia y Tecnología de Los Cereales. Zaragoza, España : Acribia, 1991. 123p.

5.2 COCCIÓN

5.2.1 Evaluación de Granulometría de grits en la Cocción

5.2.1.1 Objetivo

- Diferenciar la granulometría del grits durante la Cocción de la Línea 1 con relación a la Línea 2.

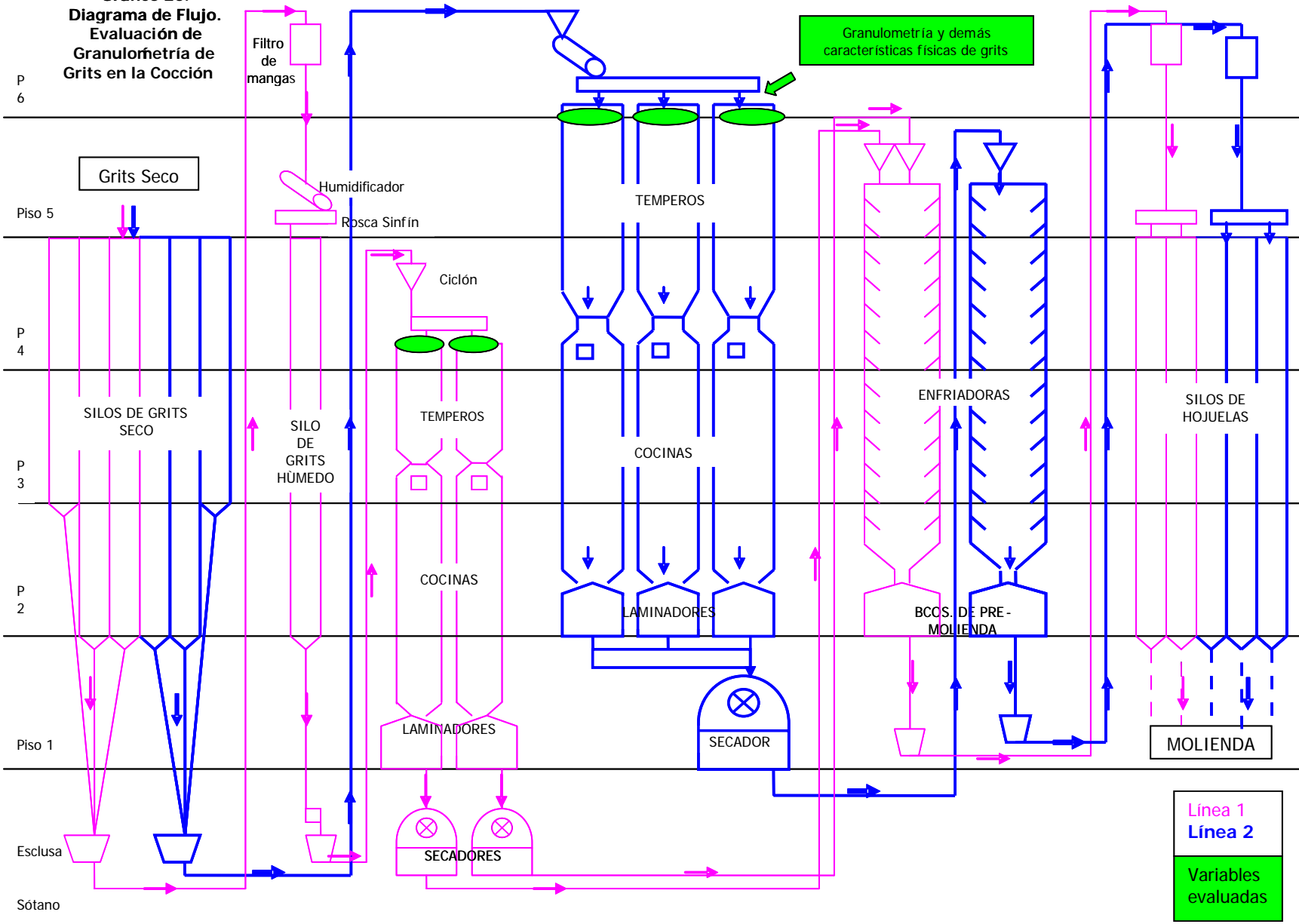
5.2.1.2 Materia Prima y Procedimiento

Como variable adicional al Seguimiento de variables (Capítulo 5), se analiza la granulometría del grits durante la Cocción.

Ya que la superficie de contacto del grits con el vapor es determinante en la Cocción, y por lo tanto en las propiedades de consistencia y absorción de agua de la hojuela; se pretende comparar la superficie del grits que alimenta cada una de las Líneas, ya que aunque todo el grits es procedente de una sola Degerminación, no se le realiza granulometría al grits que entra a cada una de las líneas. El transporte neumático que permite alimentar el grits a cada Línea, puede dirigir el grits menos partido, es decir con menos superficie de contacto por la Línea 2, ocasionando una cocción ineficiente del grits, y por lo tanto proporcionando deficientes propiedades de consistencia y absorción de agua a la hojuela.

Se obtienen muestras de grits de 2 Kg. aprox. a la entrada de los Temperos de cada línea, ya que no es posible obtener muestras de las cocinas directamente; cada una de las cuales es homogenizada y se le practica prueba de granulometría y demás análisis físicos; durante 5 días no consecutivos en el Turno 1 y Turno 2, para un total del 10 datos para cada característica de grits.

Gráfico 20.
Diagrama de Flujo.
Evaluación de
Granulometría de
Grits en la Cocción



Las características físicas del grits a evaluar son las siguientes:

- Granulometría: Característica que determina la superficie y tamaño del grits, mediante su paso ó retención a través de mallas de diferente diámetro.
- Grits con daño crítico: Es aquel grits que presenta daño en el germen, manifestado como un punto negro en el mismo.
- Grits dañado por calor: Es el grits que presenta color oscuro de aspecto “quemado” en algún lugar de su superficie.
- Germen: Es la presencia de germen en una cantidad determinada de grits.
- Impurezas: Se refiere a la presencia de impurezas de tamaño similar al grano de maíz presente en una determinada cantidad de grits.
- Mezcla de color: Esta característica hace referencia a la cantidad de grits de otro color (amarillo) presente en una cantidad de grits blanco.

5.2.1.3 Resultados

La comparación de la granulometría del grits y demás características físicas tanto para la Línea 1 como para la Línea 2, se sintetizan en los siguientes cuadros y gráficas:

Tabla 25. Resultados. Granulometría de grits. Entrada de Temperos

GRANULOMETRÍA DE GRITS. ENTRADA A TEMPEROS (%)						
LINEA 1						
	-M 3 1/2	-M4	-M6	-M8	-M10	Fondo
Nº Datos	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Promedio	34.9	23.1	37.4	3.4	0.5	0.5
Desv. Stan.	8.5	2.9	8.5	1.6	0.2	0.2
I. de C.	28.8 - 41	21.1 - 25.2	31.3 - 43.5	2.3 - 4.5	0.3 - 0.7	0.3 - 0.6
LINEA 2						
	-M 3 1/2	-M4	-M6	-M8	-M10	Fondo
Nº Datos	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Promedio	37.8	25.2	33.4	2.5	0.4	0.5
Desv. Stan.	8.8	3.0	8.2	2.2	0.5	0.6
I. de C.	31.4 - 44.1	23.1 - 27.3	27.5 - 39.2	1 - 4.1	0.1 - 0.8	0.05 - 0.9

Gráfico 21. Granulometría de grits. Entrada a Temperos

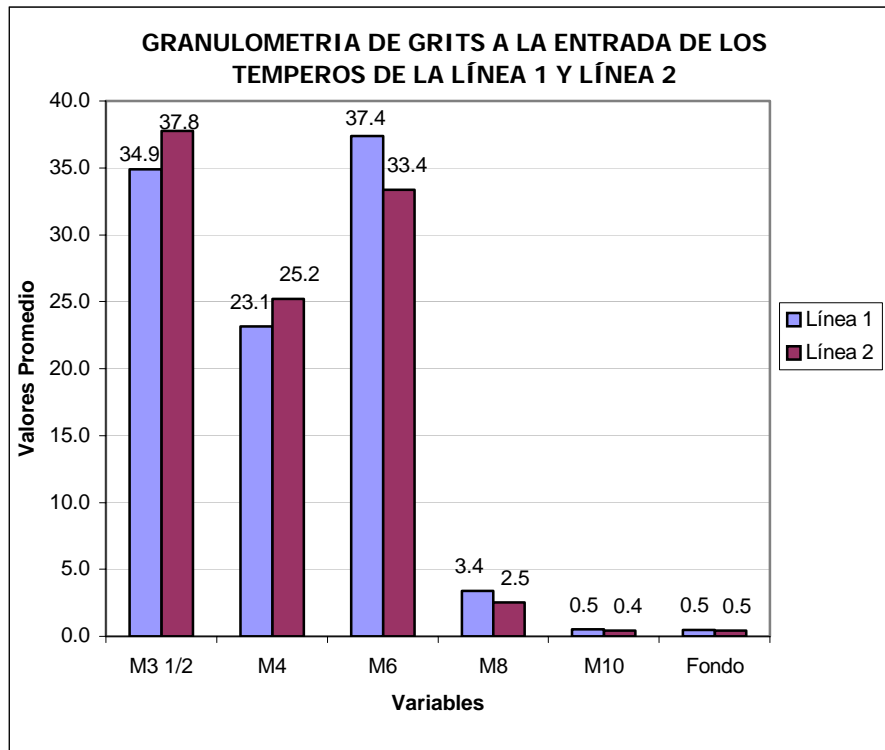
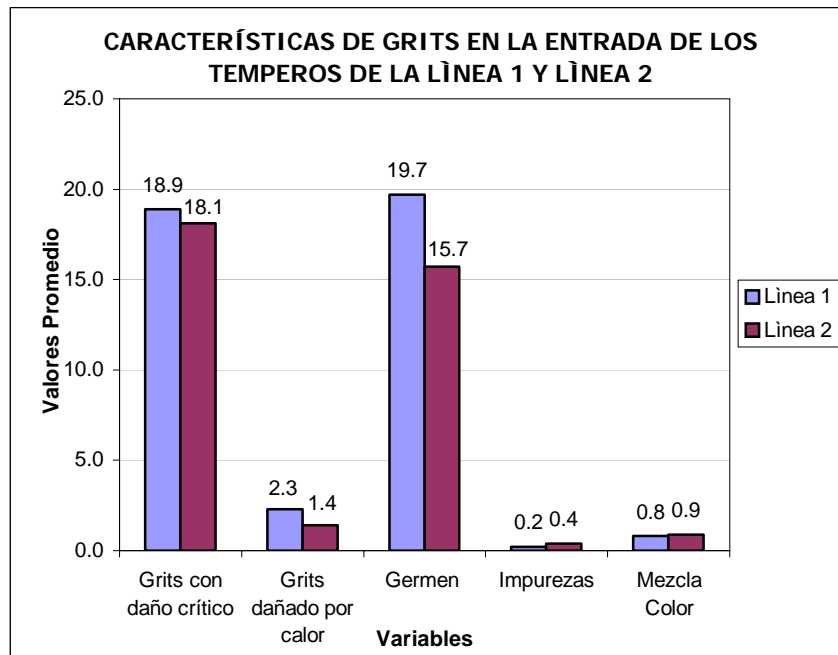


Tabla 26. Resultados. Características físicas de grits. Entrada a Temperos

LINEA 1		LINEA 2	
GRITS CON DAÑO CRÍTICO			
Nº Datos	10.0	Nº Datos	10.0
Promedio	18.9	Promedio	18.1
Desv. Stan.	4.3	Desv. Stan.	6.3
I. de C.	15.9 – 21.9	I. de C.	13.6 - 22.6
GRITS DAÑADO POR CALOR			
Turno		Turno	
Nº Datos	10.0	Nº Datos	10.0
Promedio	2.3	Promedio	1.4
Desv. Stan.	2.9	Desv. Stan.	1.9
I. de C.	0.2 – 4.4	I. de C.	0.04 – 2.8
GERMEN			
Nº Datos	10.0	Nº Datos	10.0
Promedio	19.7	Promedio	15.7
Desv. Stan.	8.6	Desv. Stan.	7.0

I. de C.	13.6 – 25.8	I. de C.	10.7 – 20.7
IMPUREZAS			
N° Datos	10.0	N° Datos	10.0
Promedio	0.2	Promedio	0.4
Desv. Stan.	0.4	Desv. Stan.	0.5
I. de C.	0.1 – 0.5	I. de C.	0.03 – 0.8
MEZCLA COLOR			
N° Datos	10.0	N° Datos	10.0
Promedio	0.8	Promedio	0.9
Desv. Stan.	0.9	Desv. Stan.	0.9
I. de C.	0.1 – 1.0	I. de C.	0.3 – 1.5

Gráfica 22. Características físicas de grits. Entrada a Temperos



5.2.1.4 Análisis de Resultados

- Los resultados de las granulometrías del grits, presentan una alta desviación Standard, lo que indica la alta dispersabilidad de los datos. El intervalo de Confianza es muy amplio, lo cuál señala que no existe ninguna diferencia ó tendencia de la granulometría del grits que entra a Temperos entre las dos

líneas; por lo tanto el transporte neumático no afecta la granulometría del grits que entra por la Línea 2 en relación con la línea 1; y a su vez no afecta la Cocción ni las propiedades de consistencia y absorción de agua de la hojuela.

- Los datos de las demás características del grits como son grits con daño crítico, grits dañado por calor, presencia de Germen, etc... igualmente presentan alta desviación Standard, lo que nos indica que no se presenta ninguna diferencia ó tendencia en las características del grits entre las dos líneas.

5.2.2 Evaluación de variables en la operación de Cocción

5.2.2.1 Objetivo

- Diferenciar la caída de Presión del vapor, durante la Cocción del grits en las dos Líneas.

5.2.2.2 Procedimiento

Según el seguimiento de variables (Capítulo 5) realizado inicialmente, se observa que en las cocinas de la Línea 2, durante la Cocción se manejan presiones del vapor menores (Línea 1: 4.7 – 5.1 psi, Línea 2: 3.3 – 3.4 psi) que en la Línea 1, debido a que la presión de vapor de la cocina se gradua de acuerdo a la cantidad de vapor que desprende la columna y a una percepción sensorial de la dureza del grano de maíz, apreciaciones que no son confiables ni garantizan la calidad del producto terminado.

Debido a que en el proceso de Cocción se presenta el fenómeno de gelatinización, en el cuál una suspensión de almidón se calienta a temperaturas de mas de 50-55 °C, originando que los puentes de hidrógeno intermoleculares de las zonas

amorfos se rompen, lo que hace al gránulo soluble y con propiedad de absorber agua. Y siendo que el curso de la gelatinización depende del origen botánico del almidón y de la temperatura empleada⁴; es necesario evaluar la caída de presión que se maneja en cada línea, para así contrarrestarla y no reducir la presión del vapor y por lo tanto la temperatura que genera la cocción del grits, lo cuál no permitiría una eficiente gelatinización del almidón que da las propiedades de consistencia y absorción de agua a la hojuela.

La solubilización del almidón parece estar gobernada, solamente por la temperatura y no por una interacción de tiempo y temperatura. Por mantener el almidón a una temperatura determinada, durante cierto tiempo; no se consigue que aumente su solubilidad; para aumentar ésta se ha de elevar la temperatura⁵; por esto es muy importante que la temperatura de cocción del grits sea elevada y constante.

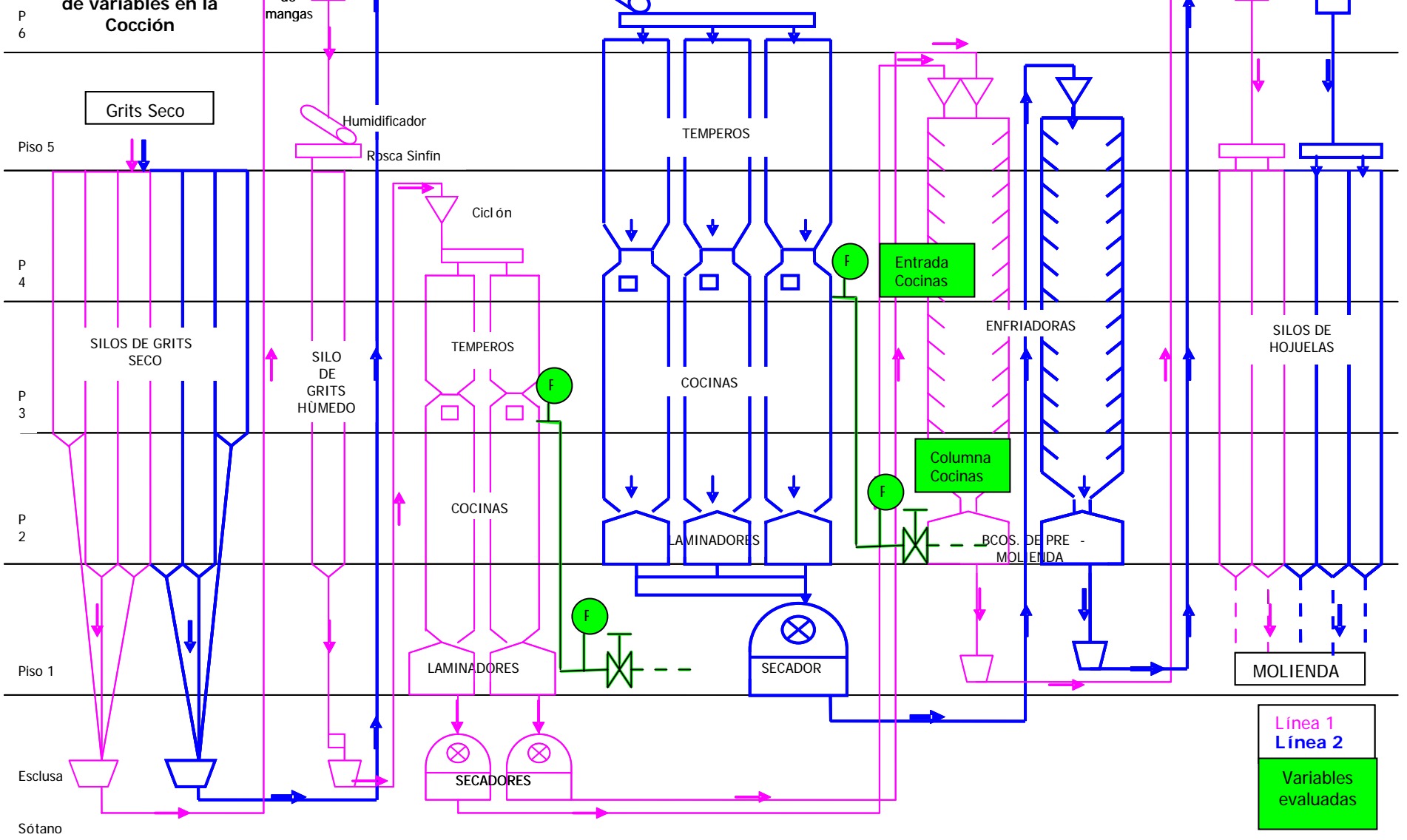
Es necesario evaluar el recorrido del vapor que entra por la Línea 2 y compararlo con la Línea 1. Por lo tanto se realiza la medición de la tubería del recorrido del vapor de las dos Líneas desde la "columna" donde se encuentra la válvula reguladora de Presión, hasta su llegada a la entrada de las cocinas, teniendo presentes los accesorios y fugas que puedan afectar la presión del vapor.

Así mismo se realiza una recopilación de datos de Presión de vapor en la "columna" (válvula reguladora) y datos de Presión de vapor en la entrada de las cocinas, para determinar la caída de Presión (ΔP) experimentalmente en ambas Líneas; lo cuál se obtiene con los datos registrados durante los últimos 6 meses con maíz blanco nacional, 1 dato por turno, en los 3 turnos, para un total de 183 datos.

⁴ BELITZ, Hans. Química de Los Alimentos. 2 ed. Zaragoza, España : Acribia, 1982. 341p.

⁵ HOSENEY, R. Carl. Principios de Ciencia y Tecnología de Los Cereales. Zaragoza, España : Acribia, 1991. 49p.

Gráfico 23. Diagrama de Flujo. Evaluación de variables en la Cocción



5.2.2.3 Resultados

- El recorrido de la tubería de vapor de la Línea 1 desde la "columna" donde se encuentra la válvula reguladora de presión, hasta la entrada de las cocinas es de 6.41 m, con la presencia de 1 codo.
- La tubería de vapor de la Línea 2 desde la "columna" donde se encuentra la válvula reguladora de presión, hasta la entrada de las cocinas es de 9.06 m, con la presencia de 3 codos.
- Los resultados de la recopilación de datos de Presión de vapor en la "columna" (válvula reguladora) y datos de Presión de vapor en la entrada de las cocinas resume en las siguientes tablas y graficas para las dos Líneas:

Tabla 27. Resultados. Presión de vapor. Columna Cocinas

Pv. COLUMNA ENTRADA. COCINAS. (psi)					
	LÍNEA 1		LÍNEA 2		
Fecha	Cocina 1	Cocina 2	Cocina 4	Cocina 5	Cocina 6
Promedio	5.57	5.85	4.19	4.17	4.65
Promedio Línea	5.71		4.34		
Desv. Stand.	1.18	0.92	0.29	0.39	0.42
Nº Datos	183	183	161	177	175
I. de C.	5.5 – 5.8		4.2 – 4.3		

Gráfico 24. Presión de vapor. Columna Cocinas vs. Tiempo

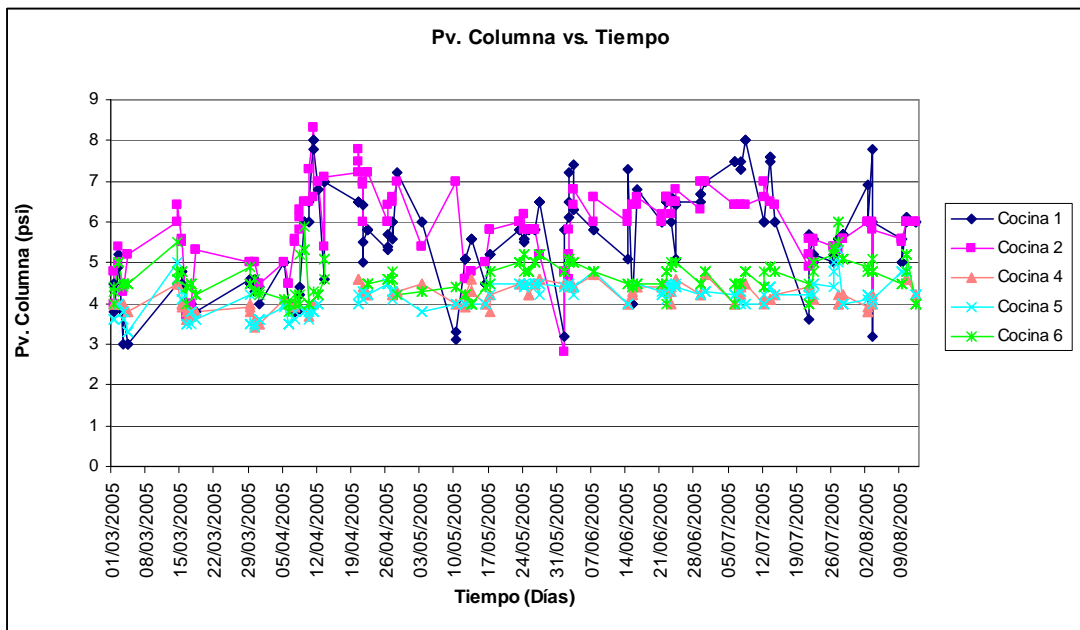
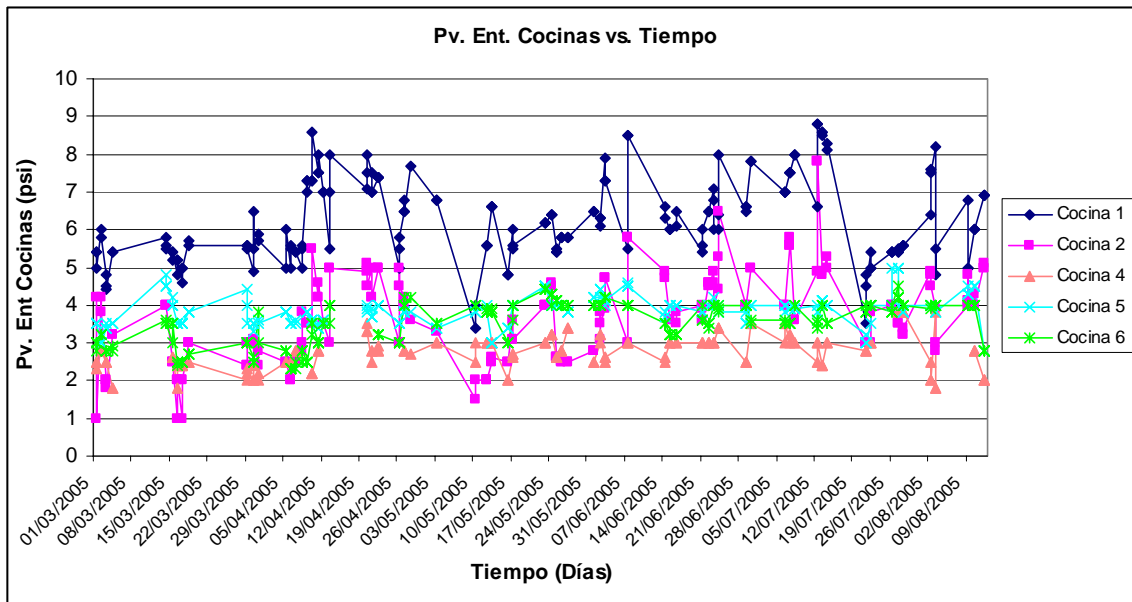


Tabla 28. Resultados. Presión de vapor. Entrada Cocinas

Pv. ENTRADA. COCINAS. (psi)					
	LÍNEA 1		LÍNEA 2		
Fecha	Cocina 1	Cocina 2	Cocina 4	Cocina 5	Cocina 6
Promedio	6.24	3.68	2.77	3.84	3.52
Promedio Línea	4.96		3.38		
Desv. Stand.	1.09	1.15	0.46	0.40	0.57
N ^a Datos	183	182	158	176	176
I. de C.	4.7 – 5.1		3.3 -3.4		

Gráfico 25. Presión de vapor. Entrada Cocinas vs. Tiempo



De éstos datos se determina que la caída de Presión de la Línea 1 es de 0.75 psi (5.71 psi – 4.96 psi = 0.75 psi) y de la Línea 2 es de 0.96 psi (4.34 psi – 3.38 psi = 0.96 psi)

5.2.2.4 Análisis de Resultados

- De acuerdo al análisis experimental de los datos recopilados de Presiones en la columna y en la entrada de las cocinas, se determinó que existe mayor caída de presión en la Línea 2 (Línea 1: 0.75 psi, Línea 2: 0.96 psi), ya el recorrido en metros desde la columna donde se encuentra la válvula

reguladora hasta la entrada de vapor a las cocinas (narices) tiene una diferencia de 3 m más para la Línea 2 (Línea 1: 6.41 m , Línea 2: 9.06 m), presentando también mayor cantidad de accesorios sin ninguna fuga; por lo tanto la Línea 2 debe manejar 0.20 psi de presión de vapor por encima de la Línea 1, de lo contrario se generaría menos presión y por lo tanto menos temperatura lo cuál proporcionaría una gelatinización y propiedades de Expansión y separación de agua deficientes.

5.3 LAMINADO

5.3.1 Ensayo: Variación del % de Cascarilla retirado mediante las aspiraciones de los laminadores

5.3.1.1 Objetivo

- Evaluar la influencia que ejerce el % de cascarilla retirado mediante las aspiraciones sobre las propiedades de consistencia y absorción de agua de la hojuela.

5.3.1.2 Materia Prima y Procedimiento

Como variable adicional se analizan las aspiraciones que poseen los laminadores. Cada laminador de cada Línea posee un sistema de aspiraciones, que permite retirar vapor principalmente, y consta de tolvas en la parte superior del laminador y de un ventilador que genera ésta aspiración.

La Línea 1 posee 1 ventilador (P=5 hp) para 2 laminadores y la Línea 2 posee también 1 ventilador (P=12 hp) para 3 Laminadores.

Ya que el sistema de aspiración de los laminadores, no sólo retira vapor, sino cascarilla y germen, se pretende evaluar el efecto que tiene la cantidad de cascarilla que queda en la hojuela y no logra ser aspirada totalmente; sobre las

propiedades de cocción de la misma. Así como corroborar la siguiente afirmación: “El salvado en sí no afecta a las propiedades de la harina”.⁶

Se realizan mezclas de Harina amarilla estandarizada con diferentes porcentajes de cascarilla, con el fin de evaluar principalmente la Consistencia y absorción de agua (Pruebas de Expansión y Separación de agua), Humedad, y Grasa.

5.3.1.3 Resultados

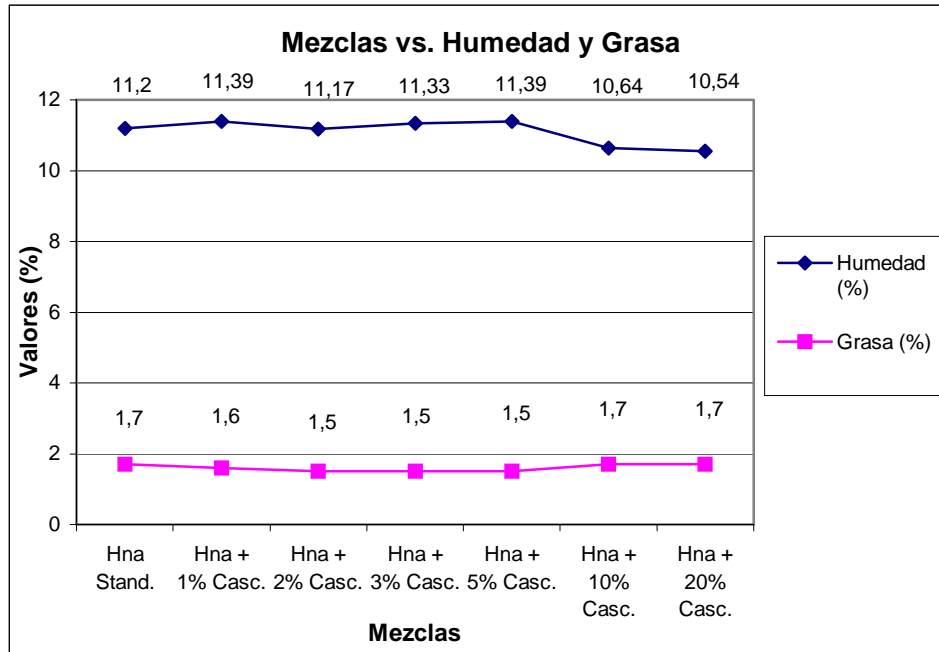
Se realizaron 5 mezclas de harina con diferentes % de cascarilla, los cuáles se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 29. Resultados. Variación del % de cascarilla

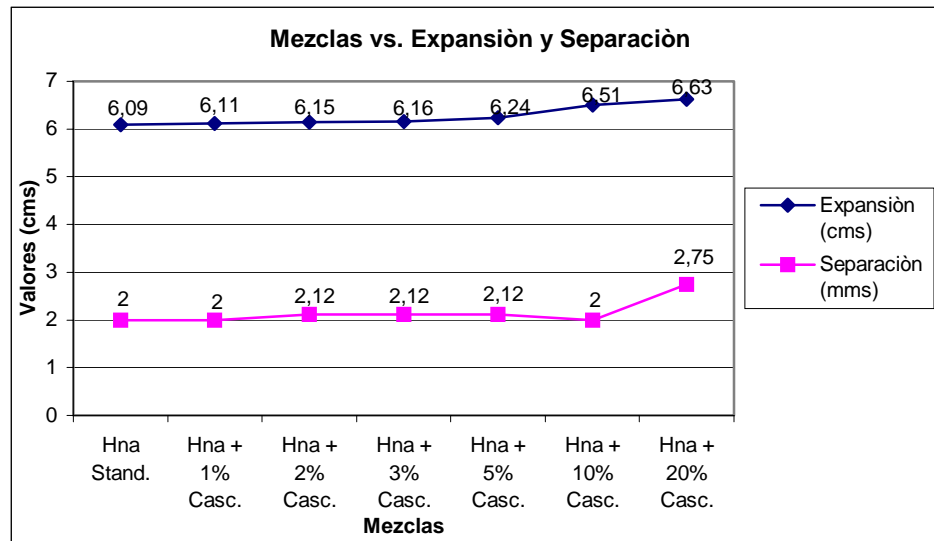
ENSAYOS	HARINA	CASCARILLA	PRUEBAS DE CALIDAD
Hna. Standarizada	100%	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Humedad: 11.2% ▶ Grasa: 1.7% ▶ Exp. y Sep.: 6.09 cms y 2 mm
1.Hna. con Cascarilla	99%	1%	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Humedad: 11.39% ▶ Grasa: 1.6% ▶ Exp. y Sep.: 6.11 cms y 2 mm
	98%	2%	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Humedad: 11.17% ▶ Grasa: 1.5% ▶ Exp. y Sep: 6.15 cms y 2.12 mm
	97%	3%	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Humedad: 11.33% ▶ Grasa: 1.5% ▶ Exp. y Sep: 6.16 cms y 2.12 mm
	95%	5%	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Humedad: 11.39% ▶ Grasa: 1.5% ▶ Exp. y Sep: 6.24 cms y 2.12 mm
	90%	10%	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Humedad: 10.64% ▶ Grasa: 1.7% ▶ Exp. y Sep: 6.51 cms y 2 mm
	80%	20%	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Humedad: 10.54% ▶ Grasa: 1.7% ▶ Exp. y Sep: 6.63 cms y 2.75 mm

⁶ HOSENEY, R. Carl. Principios de Ciencia y Tecnología de Los Cereales. Zaragoza, España : Acribia, 1991. 142p.

Gráfica 26. Mezclas de Harina con cascarilla vs. Humedad y Grasa



Gráfica 27. Mezclas de Harina con cascarilla vs. Expansión y Separación de agua



5.3.1.4 Análisis de Resultados

- El contenido de cascarilla que no es retirado mediante las aspiraciones de los laminadores, influye muy levemente en las propiedades de Cocción de la

hojuela, especialmente en la Expansión; ya que hasta con un 10% de cascarilla no se modifican grandemente los valores de Expansión y Separación de agua.

- Las demás variables que se siguieron no presentaron ningún cambio significativo en las diferentes mezclas.

5.3.2 Ensayo: Variación del % de Germen retirado mediante las aspiraciones de los laminadores

5.3.2.1 Objetivo

- Evaluar la influencia que ejerce el % de germen retirado mediante las aspiraciones sobre las propiedades de consistencia y absorción de agua de la hojuela.

5.3.2.2 Materia Prima y Procedimiento

Ya que el sistema de aspiración de los laminadores, no sólo retira vapor, sino cascarilla y germen, se pretende evaluar el efecto que tiene la cantidad de germen que queda en la Harina y no logra ser aspirado totalmente, sobre las propiedades de cocción de la Harina.

Se realizan mezclas de Harina amarilla estandarizada con diferentes porcentajes de cascarilla, con el fin de evaluar principalmente la Consistencia y absorción de agua (Expansión y Separación de agua), Humedad y Grasa.

5.3.2.3 Resultados

Se realizaron 3 mezclas de harina con diferentes % de germen, los cuáles se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 30. Resultados. Variación del % de germen

ENSAYOS	HARINA	GERMEN	PRUEBAS DE CALIDAD
Hna. standarizada	100%	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Humedad: 11.78% ▶ Grasa: 1.7% ▶ Exp. y Sep.: 5.84 cms y 1.5 mm
Hna + Germen	99%	1%	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Humedad: 11.60% ▶ Grasa: 2.3% ▶ Exp. y Sep.: 5.85 cms y 1.62 mm
	98%	2%	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Humedad: 11.67% ▶ Grasa: 2.6% ▶ Exp. y Sep.: 5.9 cms y 1.5 mm
	97%	3%	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Humedad: 11.75% ▶ Grasa: 3.1% ▶ Exp. y Sep.: 6.0 cms y 2 mm

Gráfica 28. Mezclas de Harina con germen vs. Humedad y Grasa

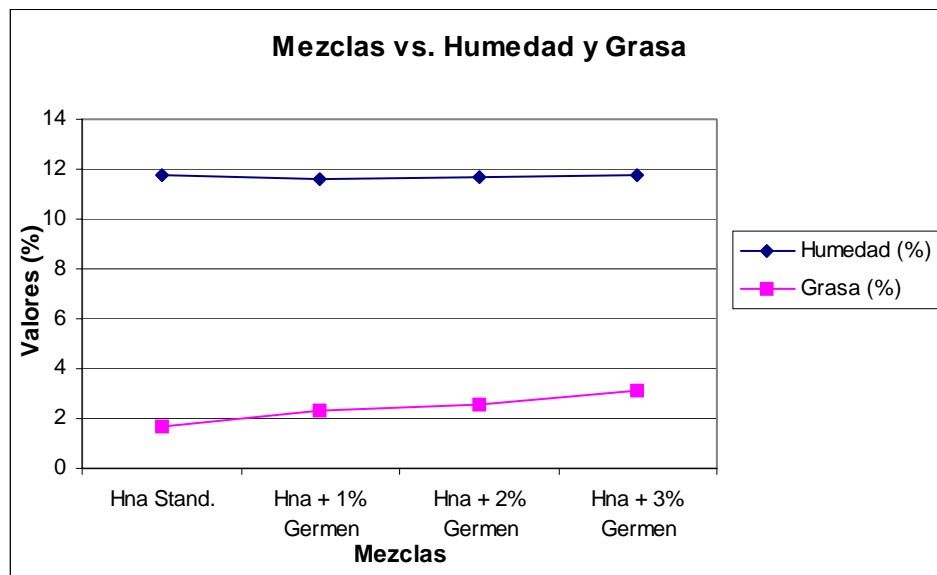
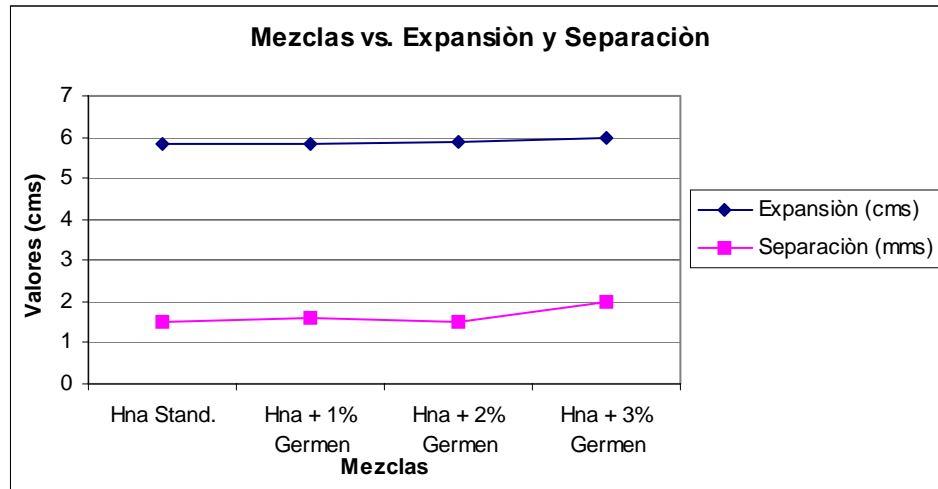


Gráfico 29. Mezclas Harina con germen vs. Expansión y Separación



5.3.2.4 Análisis de Resultados

- El contenido de germen que no es retirado mediante las aspiraciones de los laminadores, influye muy levemente en las propiedades de Cocción de la hojuela, especialmente en la Expansión; ya que hasta con un 3% de germen no se modifican grandemente los valores de las consistometrías (Prueba de Expansión y Separación de agua).
- Las demás variables que se siguieron no presentaron ningún cambio significativo en las diferentes mezclas.

5.3.3 Ensayo: Variación de Presión de Aspiración en los laminadores de la Línea 2

5.3.3.1 Objetivo

- Evaluar el efecto que ejerce una variación en la Presión de vacío de las aspiraciones de los laminadores de la Línea 2, sobre las propiedades de Cocción de la Hojuela.

5.3.3.2 Materia Prima y Procedimiento

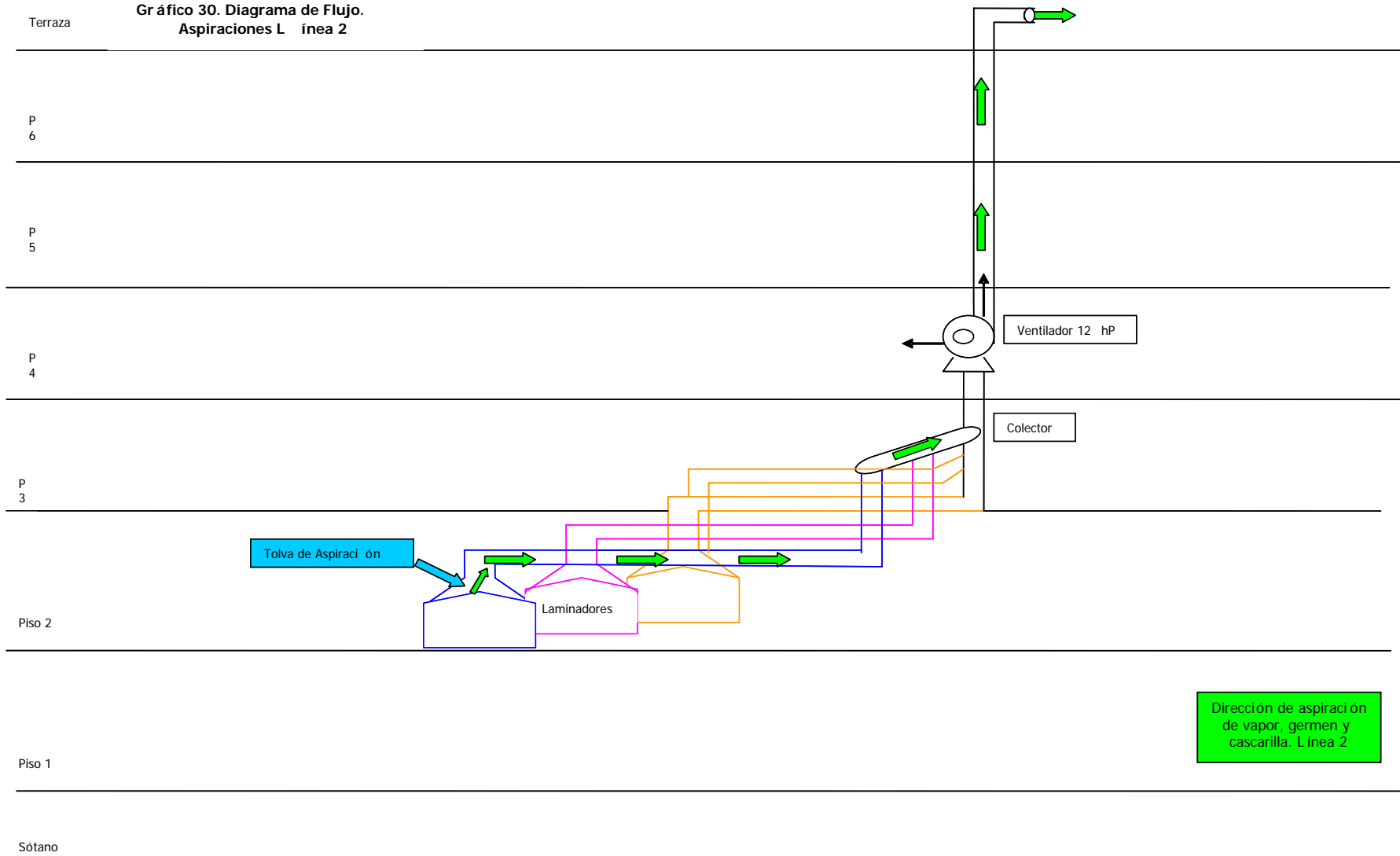
Los laminadores de la Línea 2 poseen un sistema de aspiración que consta de un ventilador para los 3 laminadores. Los laminadores 4 y 5 poseen una sola tolva de aspiración, mientras que el laminador 6, posee 2 tolvas de aspiración (posterior y anterior) al igual que los laminadores de la Línea 1.

Debido a que mediante las aspiraciones de los laminadores, se retira vapor, se pretende conocer qué efecto tiene una alta, baja ó media Presión de vacío de aspiración en los laminadores, es decir una reducción de la disponibilidad del vapor en el momento de laminar; sobre las propiedades de cocción de la hojuela, ya que por experiencia el vapor que se condensa al momento de laminar produce deficiencias en las Pruebas de Expansión y Separación de agua.

La Presión de vacío se midió mediante un manómetro instalado en las tolvas de aspiración de los 3 laminadores. El ensayo se realiza inicialmente en el Laminador 6, al cuál se le midió la Presión de aspiración en la tolva y se obtuvo una muestra de hojuelas húmedas representativa de todo el laminador, la cuál fue secada en un ventilador durante 50 min., para realizarle prueba de Consistometria (Prueba de Expansión y Separación de agua); igualmente se realizaron pruebas de Consistometria a la hojuela, subiendo y bajando la Presión de Aspiración de los laminadores. Este ensayo se realiza también en el laminador 4 y 5; y se realiza por segunda vez en el laminador 6.

Los resultados son evaluados mediante las pruebas de Expansión y Separación de agua realizadas.

Gráfico 30. Diagrama de Flujo.
Aspiraciones Línea 2



Dirección de aspiración
de vapor, germen y
cascarilla. Línea 2

5.3.3.3 Resultados

Los resultados de los ensayos se sintetizan en el siguiente cuadro:

$P_{atm.}$: 79 Kpa

ρ_{agua} : 1000 Kg /m³

G: 9.807 m/s²

Altura (h): 0.065 m

Presión de Aspiración (vacío) (Kpa) = $P_{atm.} - (\rho_{agua} * G * h)$ (1Kpa/1000 N/m²)

Tabla 31. Resultados. Variación de Presión de aspiraciones en Laminador 6

LAMINADOR 6			
VARIABLES	ASPIRACIÓN NORMAL	< MENOR ASPIRACIÓN	>MAYOR ASPIRACIÓN
Presión. Laminador 6 y Reacción de los demás laminadores (Kpa)	Lam 4: -0.56 Lam 5: -0.56 Lam 6 1° Tolva: -0.17 2° Tolva: -0.26	Lam 4: -0.66 Lam 5: -0.64 Lam 6 1° Tolva: -0.2 2° Tolva: 0.06	Lam 4: -0.46 Lam 5: -0.46 Lam 6 1° Tolva: -0.61 2° Tolva: -0.12
Flujo de carga Lam 6 (Kg/min)	45	45	45
Expansión (cms)	6.9	6.8	6.5
Separación (mms)	2	2.1	2

Tabla 32. Resultados. Variación de Presión de aspiración en Laminador 5

LAMINADOR 5			
VARIABLES	ASPIRACIÓN NORMAL	< MENOR ASPIRACIÓN	>MAYOR ASPIRACIÓN
Presiones Laminadores (Kpa)	Lam 4: -0.80 Lam 5: -0.43 Lam 6 1° Tolva: -0.50 2° Tolva: 0.03	Lam 4: -0.92 Lam 5: -0.06 Lam 6 1° Tolva: -0.51 2° Tolva: 0.03	Lam 4: -0.75 Lam 5: -0.85 Lam 6 1° Tolva: -0.31 2° Tolva: 0.05
Flujo de carga Lam 5 (Kg/min)	40	40	40
Expansión (cms)	7.6	7.0	7.6
Separación (mms)	6.1	6.1	5.9

Tabla 33. Resultados. Variación de Presión de aspiración en Laminador 4

LAMINADOR 4			
VARIABLES	ASPIRACIÓN NORMAL	< MENOR ASPIRACIÓN	>MAYOR ASPIRACIÓN
Presiones Laminadores (Kpa)	Lam 4: 0.34 Lam 5: -0.46 Lam 6 1° Tolva: -0.56 2° Tolva : -0.22	Lam 4: -0.15 Lam 5: -0.61 Lam 6 1° Tolva: -0.59 2° Tolva: -0.20	Lam 4: -0.71 Lam 5: -0.51 Lam 6 1° Tolva: -0.41 2° Tolva: -0.12
Flujo de carga Lam 4 (Kg/min)	40	40	40
Expansión (cms)	7.3	6.1	6.7
Separación (mms)	10	3.5	10

Tabla 34. Resultados. Variación de Presión de aspiraciones en Laminador 6 (Duplicado)

LAMINADOR 6			
VARIABLES	ASPIRACIÓN NORMAL	< MENOR ASPIRACIÓN	>MAYOR ASPIRACIÓN
Presiones Laminadores (Kpa)	Lam 4: -0.41 Lam 5: -0.71 Lam 6 1° Tolva: -0.26 2° Tolva: 0.05	Lam 4: -0.75 Lam 5: -0.85 Lam 6 1° Tolva: 0.04 2° Tolva: 0.05	Lam 4: -0.41 Lam 5: -0.51 Lam 6 1° Tolva: -0.31 2° Tolva: -0.17
Flujo de carga Lam 6 (Kg/min)	42	42	42
Expansión (cms)	5.9	6.3	6.1
Separación (mms)	1.9	1.8	2.6

5.3.3.4 Análisis de Resultados

- No se observó ninguna tendencia, ni diferencia relevante en las propiedades de Expansión y Separación de agua al aumentar o disminuir la presión (vacío) de las aspiraciones de los laminadores, es decir que la intensidad de Presión (vacío) de aspiración de los laminadores, no influye en las propiedades de Cocción de la hojuela.
- En los laminadores 4 y 5, las pruebas de Expansión y Separación de agua se salen de los rangos establecidos, en especial ésta última característica, mientras que los resultados del laminador 6, se mantienen dentro de los rangos correctos para éstas pruebas de calidad. Muy probablemente por

que el Laminador 6, es el único que posee 2 tolvas de aspiración, generando así más área.

5.3.4 Ensayo: Ampliación del área de aspiración en el Laminador N° 5 de la Línea 2

5.3.4.1 Objetivo

- Evaluar el efecto que tiene la ampliación del área de aspiración (doble tolva) en el laminador N° 5, sobre las propiedades de Cocción de la hojuela.

5.3.4.2 Materia Prima y Procedimiento

Debido a que una de las diferencias de la Línea 1, respecto a la Línea 2, es que los laminadores de la Línea 1 disponen de 2 tolvas de aspiración (una por cada lado), mientras que en la Línea 2 únicamente el laminador 6 dispone de 2 tolvas y el cuál, en el anterior ensayo, fue el único que no se salía de los rangos de calidad establecidos para las pruebas de Expansión y Separación de agua; se toma la decisión por parte de la producción de instalar una segunda tolva en el laminador 5 para aumentar su área; y ver su reacción en cuanto a las propiedades de Cocción (Expansión y Separación de agua) de la hojuela.

5.3.4.3 Resultados

Los resultados se sintetizan en el siguiente cuadro:

Tabla 35. Resultados. Ampliación de Área de Aspiración en Laminador 5

VARIABLES	LAMINADOR 5
Flujo de Carga. Lam. (Kg/min)	40
Expansión (cms) Antes de la instalación de la	6.7

tolva.	
Separación (mms) Antes de la instalación de la tolva	5.0
Expansión (cms) Después de la instalación de la tolva.	6.6
Separación (mms) Después de la instalación de la tolva.	1.0

5.3.4.4 Análisis de Resultados

- Las propiedades de Expansión y en especial la Separación de agua mejoró considerablemente en el Laminador 5, después de que entró en funcionamiento la segunda tolva, pero pese a éstos resultados, la Expansión (6,6 cms) sigue siendo alta para permitir aumentar carga, ya que se encuentra cerca al límite establecido por Calidad (Expansión: máximo 7 cms y Separación de agua: Máximo 3 mms). De lo que se concluye que el área de aspiración de los laminadores si es determinante en la propiedad de Separación de agua de la hojuela.

5.3.5 Evaluación de propiedades de Cocción de hojuela en Laminadores de la Línea 2

5.3.5.1 Objetivo

Evaluar las propiedades de Expansión y Separación de agua, de la hojuela de los laminadores de la Línea 2.

5.3.5.2 Materia Prima y Procedimiento

Las propiedades de consistencia y absorción de agua de la hojuela las proporciona la Cocción, ya que al calentar una suspensión de gránulos de almidón (grits ó endospermo) en agua, se originan una serie de modificaciones irreversibles a partir de la temperatura de gelatinización (pérdida de birrefringencia) (62-72°C), donde se rompen principalmente los puentes de hidrógeno entre las cadenas de

glucosa de los cristales, causando así la solubilización del almidón y la propiedad de absorción de agua. El mismo efecto que se produce al calentar almidón en agua sucede al dañarlo mecánicamente (rodillos laminadores).⁷ Por lo tanto se pretende obtener muestras de la salida de los laminadores y evaluar si a una carga de 40 Kg grits/min, la hojuela ya sale con deficientes propiedades de Expansión y Separación de agua ó si por el contrario, las hojuelas salen con ideales resultados de las pruebas de Expansión y Separación de agua; por lo cuál se entendería que las deficientes propiedades de cocción en la hojuela serían ocasionadas en la siguiente operación de Secado.

Se toman muestras de hojuela de los laminadores (Carga: 40 Kg/min) de la Línea 2 las cuáles son secadas por un ventilador y molidas en el laboratorio, hasta obtener Harina para realizar pruebas de Expansión de Separación de agua. Se toman muestras 1 vez por turno a cada laminador en los turnos 1 y 2 para un total de 15 datos, en el transcurso de 2 semanas, con maíz blanco nacional.

5.3.5.3 Resultados

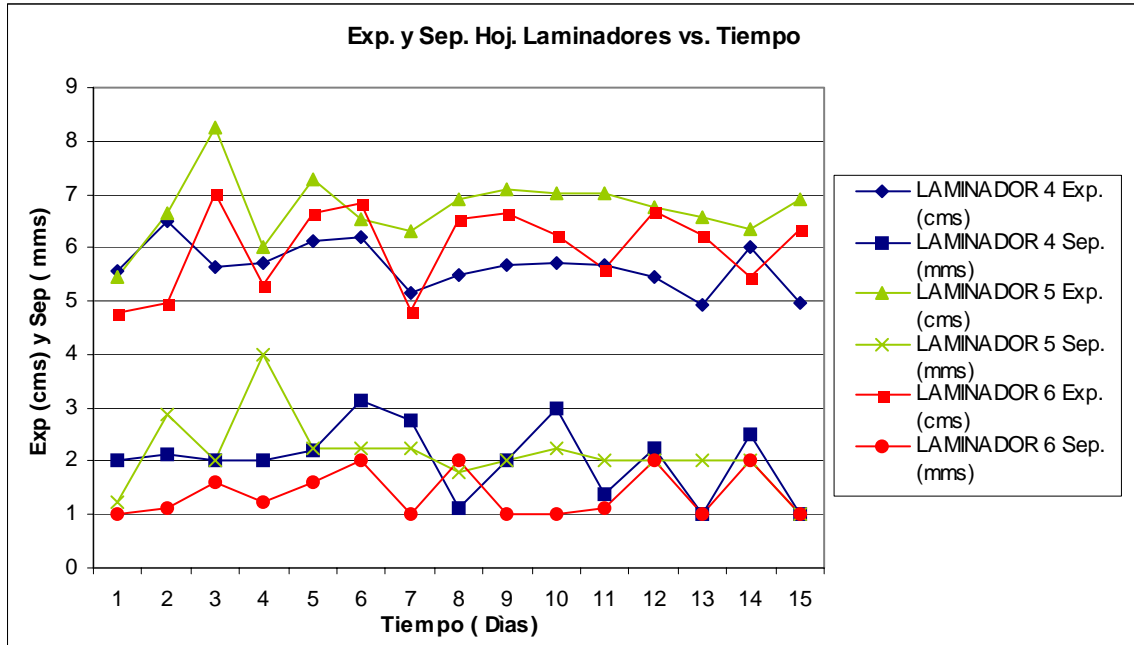
El resultado de las pruebas de consistometria de la hojuela se presentan a continuación:

Tabla 36. Resultados Exp. Y Sep. Hojuela de Laminadores

	LAMINADOR 4		LAMINADOR 5		LAMINADOR 6	
	Exp. (cms)	Sep. (mms)	Exp. (cms)	Sep. (mms)	Exp. (cms)	Sep. (mms)
N ° Datos	15	15	15	15	15	15
Promedio	5,71	2,10	6,73	2,21	5,98	1,41
Desv. Stand.	0,44	0,67	0,62	0,67	0,78	0,44
I. de C.	5.4 – 5.9	1.7 – 2.4	6.3 – 7.0	1.8 – 2.5	5.5 – 6.4	1.1 – 1.6

⁷ BELITZ, Hans. Química de Los Alimentos. 2 ed. Zaragoza, España : Acribia, 1982. 341p.

Gráfico 31. Exp. Y Sep. Hojuela de Laminadores vs. Tiempo



5.3.5.4 Análisis de Resultados

Los resultados de Expansión y Separación de agua de la hojuela que sale de los laminadores, aunque en promedio no se salió de los parámetros de Calidad (Expansión Máx. :7 cms, Separación Máx.: 4 mms), se observó que con una carga de 40 – 45 Kg/min, los resultados de Expansión y Separación de agua deben estar en un rango menor (Exp: 4.5 – 5.5 cms, Sep: 0 – 2 mms) como funciona la Línea 1 cuando se reduce a esa carga (40-45 Kg/min); lo que nos indica que la hojuela viene desde los laminadores con deficientes propiedades de Expansión y Separación de agua, es decir que no se está realizando efectivamente el proceso de gelatinización en la cocción ó durante la laminación, donde se rompen principalmente los enlaces de hidrógeno, que dan las características de solubilización y absorción de agua al almidón y por consiguiente a la hojuela.

5.4 SECADO, ENFRIADO Y PRE-MOLIENDA

5.4.1 Evaluación de variables en las operaciones de Secado, Enfriado y Premolienda

5.4.1.1 Objetivo

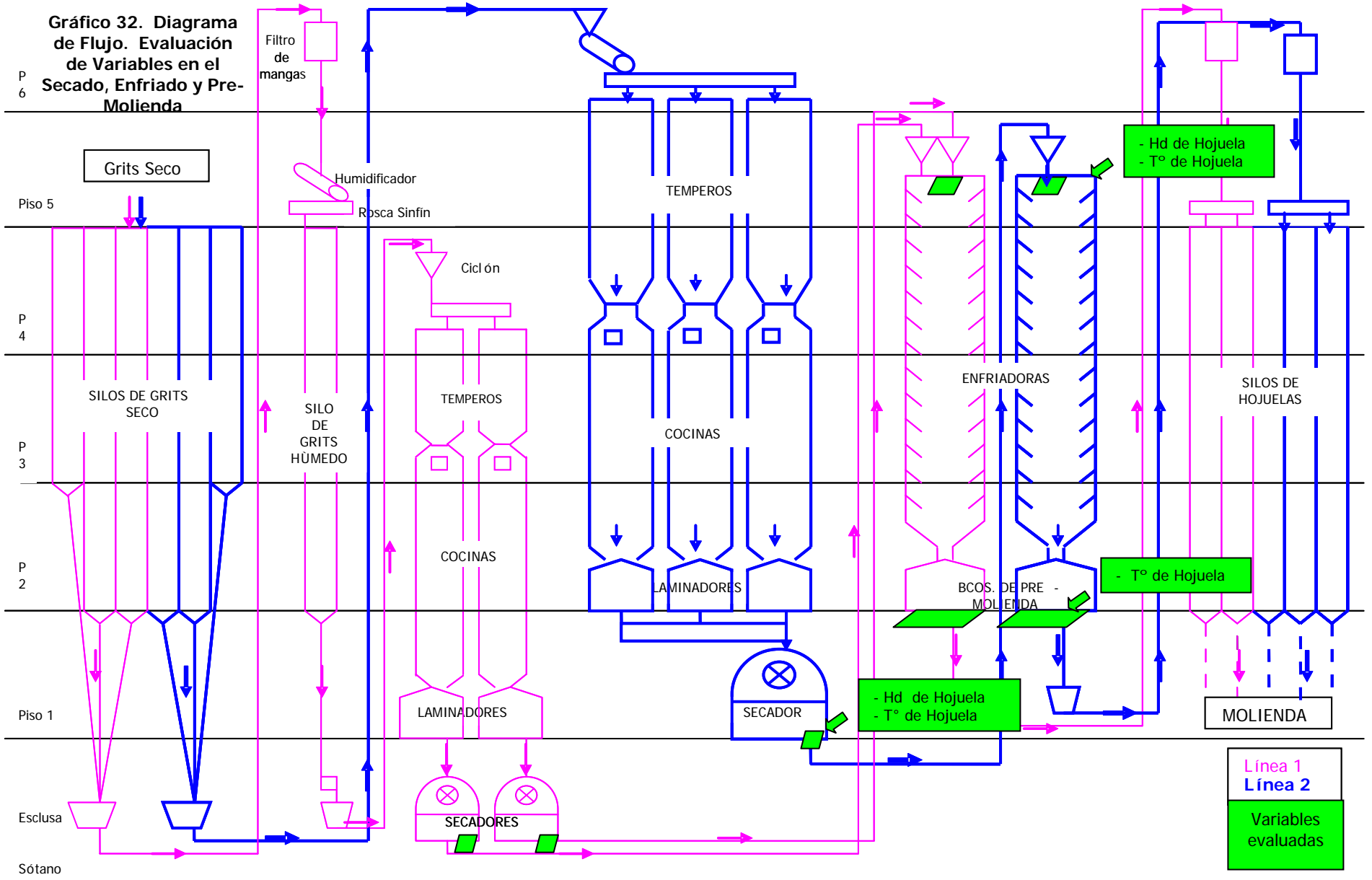
- Diferenciar el comportamiento de las variables del Secado, Enfriado y Premolienda de la Línea 2, con respecto a la Línea 1.

5.4.1.2 Procedimiento

Como variable resultante del "Seguimiento de variables", se observa que la Temperatura de la hojuela a la salida del Secador es mayor por la Línea dos con una diferencia de entre 7 y 10 °C, esto debido a que la hojuela por la Línea dos tiene mayor capacidad y menor tiempo de retención, por lo tanto se seca con vapor a mayores temperaturas para lograr la humedad deseada. La Línea 1 posee 2 secadores (5.5 ton, c/u) que recibe hojuela de 2 laminadores, mientras que la Línea 2 posee 1 secador (12 ton) que recibe hojuela de 3 laminadores.

Aunque según el Seguimiento de variables realizado inicialmente, la humedad de la hojuela a la salida del Secador de la Línea 2 resultó semejante al de la Línea 1, se decide confirmar dicho resultado mediante la toma de un mayor número de muestras de humedad, ya que actualmente no se controla directamente la Humedad a la salida de los Secadores, sino únicamente después de las operaciones de Enfriado y Pre-molienda. Y así comprobar el eficaz funcionamiento de la operación de secado de la Línea 2, que no permita la retrogradación del almidón, es decir el paso en gran medida irreversible del

Gráfico 32. Diagrama de Flujo. Evaluación de Variables en el Secado, Enfriado y Pre-Molienda



estado disuelto, fuertemente hinchado, a un estado microcristalino insoluble sin hinchar.

Se tomaron 2 muestras por turno, en el turno 1 y 2 durante un mes, con maíz blanco e importado, para un total de 39 datos. Así mismo se siguió Humedad y Temperatura en la entrada de las Enfriadoras y Temperatura en la entrada de Pre-molienda.

5.4.1.3 Resultados

En la operación de secado se siguió la Humedad y Temperatura a la salida de los Secadores, tanto por la Línea 1 como por la Línea 2, lo cuál se resume a continuación:

Tabla 37. Resultados. Humedad Hojuela. Salida Secador

HUMEDAD HOJUELA. SALIDA SECADORES (%)			
	Línea 1		Línea 2
	Secador 1	Secador 2	Secador 3
Promedio	12.26	11.97	11.70
Promedio Línea	12.11		11.71
Desv. Stand.	0.68	0.74	0.61
Nº Datos	39	39	39
I. de C.	11.8 – 12.3		11.5 – 11.9

Gráfico 33. Humedad Hojuela. Salida Secador vs. Tiempo

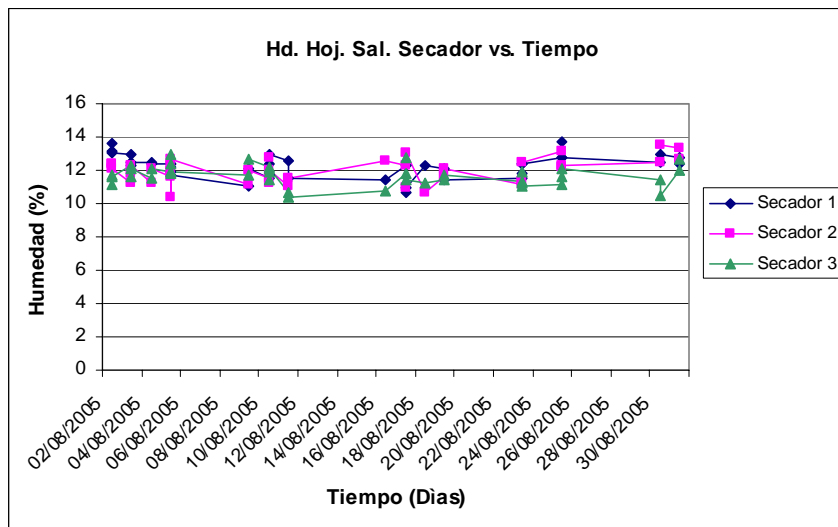
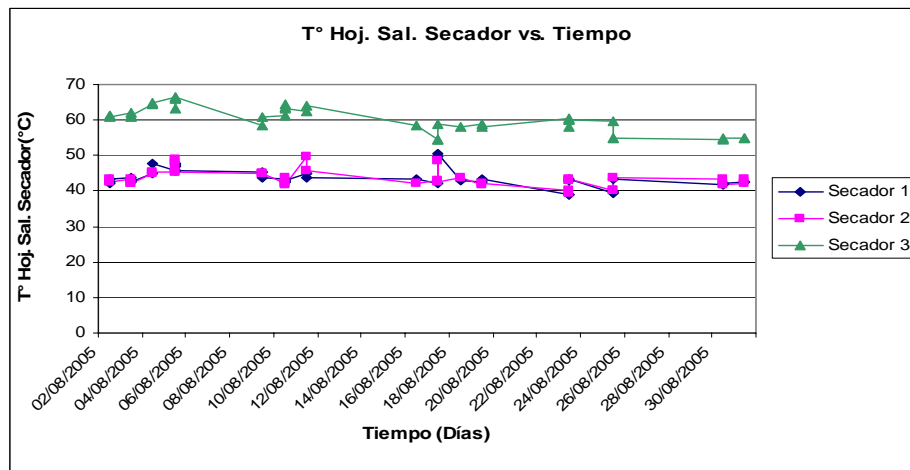


Tabla 38. Resultados. T° Hojuela. Salida Secador

T° HOJUELA. SALIDA SECADORES (°C)			
	Línea 1		Línea 2
	Secador 1	Secador 2	Secador 3
Promedio	43.69	43.63	60.28
Promedio Línea	43.66		60.90
Desv. Stand.	2.61	2.47	3.71
N° Datos	39	39	39
I. de C.	42.8 – 44.4		59.6 – 62.1

Gráfico 34. T° Hojuela. Salida Secador vs Tiempo



En la operación de Enfriado, se siguió la Humedad y Temperatura de la hojuela a la entrada de la Enfriadora para las 2 Líneas, lo cuál se presenta a continuación:

Tabla 39. Resultados. Humedad Hojuela. Entrada Enfriadoras

HUMEDAD HOJUELA. ENTRADA ENFRIADORAS (%)		
	Línea 1	Línea 2
	Enfriadora 1	Enfriadora 2
Promedio	11.72	11.46
Desv. Stand.	0.59	0.64
N° Datos	41	41
I. de C.	11.5 – 11.9	11.2 – 11.6

Gráfico 35. Humedad Hojuela. Entrada Enfriadoras vs. Tiempo

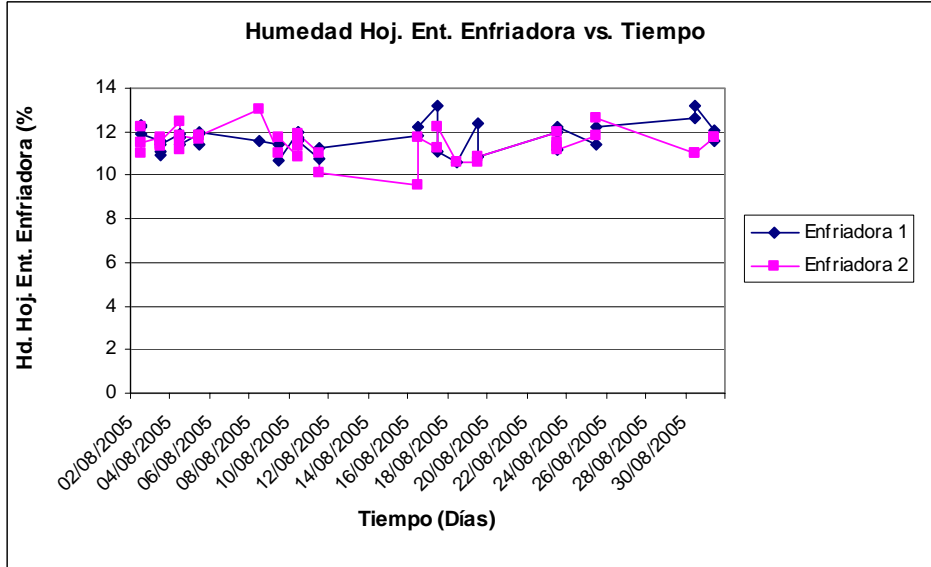
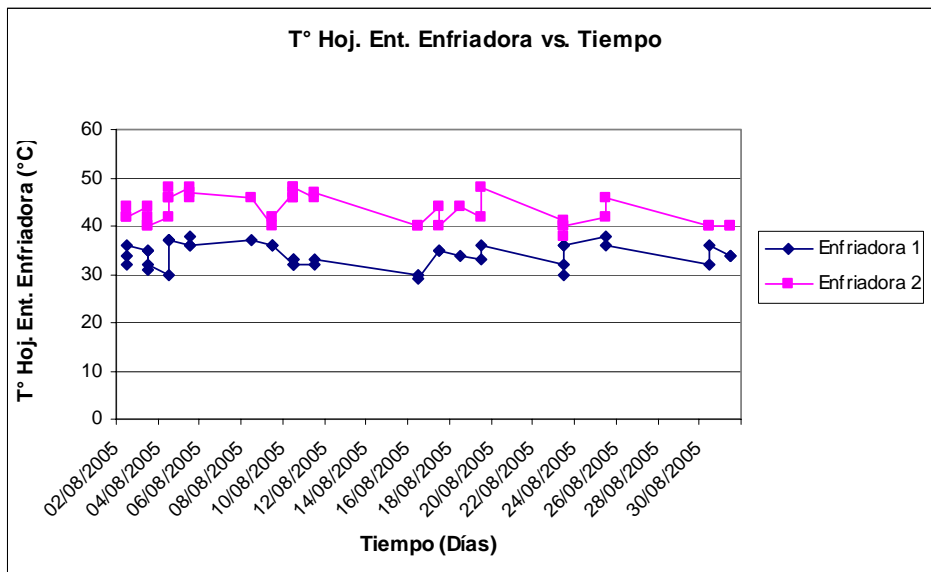


Tabla 40. Resultados. T° Hojuela. Entrada Enfriadoras

T° HOJUELA. ENTRADA ENFRIADORAS (°C)		
	Línea 1	Línea 2
	Enfriadora 1	Enfriadora 2
Promedio	34.10	43.37
Desv. Stand.	2.40	3.11
N° Datos	41	41
I. de C.	33.3 – 34.8	42.3 – 44.3

Gráfico 36. T° Hojuela. Entrada Enfriadoras vs. Tiempo

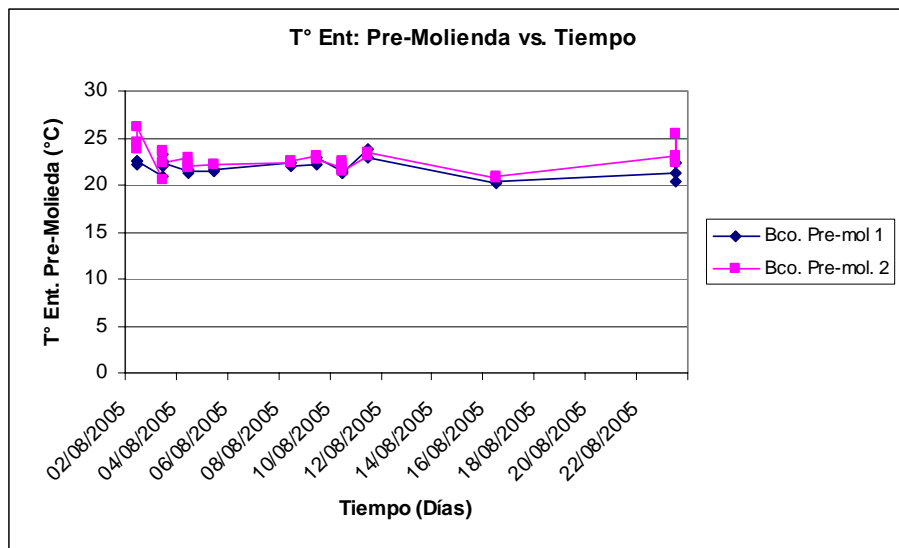


En la siguiente operación de Pre-molienda se siguió la Temperatura de la Hojuela entrando a Pre-molienda para las dos Líneas, lo cual se presenta en el siguiente gráfico:

Tabla 41. Resultados T° Hojuela. Entrada Pre-molienda

T° HOJUELA. ENTRADA PRE-MOLIENDAS (°C)		
	Línea 1	Línea 2
	Bco. Pre-mol 1	Bco. Pre-mol. 2
Promedio	21.84	22.67
Desv. Stand.	0.85	1.22
N° Datos	31	31
I. de C.	21.5 – 22.1	22.2 – 23.1

Gráfico 37. T° Hojuela. Entrada Pre-molienda vs. Tiempo



5.4.1.4 Análisis de Resultados

- De acuerdo a los resultados, la Humedad de la hojuela a la salida de los Secadores es correcta para las dos Líneas sin mayor diferencia, lo que indica que la operación de secado para la Línea 2 cumple con su objetivo y no permite la retrogradación del almidón, la cuál consiste en la insolubilización y precipitación espontánea de las moléculas de amilosa, debido a que las

cadenas lineales se orientan paralelamente e interaccionan con ellas por puentes de hidrógenos través de sus múltiples grupos hidroxilo⁸.

- La Temperatura de la hojuela a la salida del Secador es mayor por la Línea 2 con una diferencia de entre 7 y 10 °C, esto debido a que la hojuela por la Línea 2 tiene mayor capacidad y menor tiempo de retención, por lo tanto se seca con vapor a mayores temperaturas para lograr la humedad correcta de la hojuela.
- En la operación de enfriado, la Humedad de la hojuela que entra a la Enfriadora es similar en ambas Líneas, lo cual es coherente con la Humedad de la hojuela a la salida de los Secadores.
- La Temperatura en la entrada de Pre-molienda no presenta mayores diferencias en las dos Líneas, es decir que no permanece la gran diferencia de Temperatura que provenía de la Enfriadora.
- La Humedad de la hojuela que sale de Pre-molienda no presenta diferencias en las dos Líneas.

⁸ BADUI, Salvador. Química de los Alimentos. México : Alambra Mexicana, 1986. 87p

6. CONCLUSIONES

La granulometría del grits es una variable que influye directamente en las propiedades de consistencia y absorción de agua de la harina, determinando así la superficie de contacto con el vapor durante la Precocción, ya que un aumento de flujo de carga considerable en los laminadores se ha logrado únicamente manejando un grano mas partido, pero esto genera bajo rendimiento del proceso y por lo tanto no es posible su aplicación.

El tiempo de Acondicionado del grits de 6 horas aprox. con una humedad de 17% es el adecuado, y una diferencia de una o dos hora más, no tiene ningún efecto sobre la eficiente distribución de agua interior y exteriormente en el grano durante el Acondicionado, ni sobre las propiedades de consistencia y absorción de agua que proporciona la Cocción y el Laminado.

Se presenta una mayor caída de Presión del vapor durante la operación Precocción en la Línea 2, debido a mayor longitud de recorrido del vapor y mayor cantidad de accesorios; por lo tanto la Línea 2 debe manejar 0.20 psi de presión de vapor por encima de la Línea 1, de lo contrario se generaría menos presión y por lo tanto menos temperatura lo cuál proporcionaría una gelatinización y propiedades de Expansión y separación de agua deficientes.

Los contenidos de cascarilla y germen en la Harina terminada, influye pero levemente en las propiedades de Precocción de la misma, especialmente en la Expansión; ya que con cantidades de hasta un 10% de cascarilla y 3% de germen no se modifican sensiblemente los valores de las consistometrias.

La intensidad de Presión de vacío que manejan los ventiladores de las aspiraciones de los laminadores, no influye en las propiedades de Pre-cocción de la hojuela y de la Harina, ya que a mayor presión retira más cascarilla y germen, los cuáles igualmente no influyen en las propiedades de cocción de la hojuela.

El área de aspiración de los laminadores influye y es determinante en la propiedad de separación de agua, ya que genera mayor superficie que permite retira mas vapor, y así reducir la disponibilidad de agua en el laminado del grits.

Los resultados de Expansión y Separación de agua de la hojuela de los laminadores de la Línea 2, nos indica que la hojuela viene desde los laminadores con deficientes propiedades de Expansión y Separación de agua, es decir que no se está realizando efectivamente el proceso de gelatinización en la cocción ó durante la laminación, donde se rompen principalmente los enlaces de hidrógeno, que dan las características de solubilización y absorción de agua al almidón y por consiguiente a la hojuela.

La Temperatura de la hojuela a la salida del Secador, como la Temperatura de la hojuela a la Entrada de la Enfriadora, presenta un aumento de 7 -10 °C por la Línea 2 con respecto a la Línea 1; debido a que el secador de la Línea 2 maneja mayor cantidad de carga y menos tiempo de retención de la hojuela, por lo tanto ésta se seca con vapor a mayores temperaturas para lograr la humedad deseada.

La Humedad de la hojuela a la salida de los Secadores es correcta para las dos Líneas sin mayor diferencia, lo que indica que la operación de secado para la Línea 2 cumple con su objetivo y no permite la retrogradación del almidón, la cuál consiste en la insolubilización y precipitación espontánea de las moléculas de amilosa, debido a que las cadenas lineales se orientan paralelamente e

interaccionan con ellas por puentes de hidrógenos través de sus múltiples grupos hidroxilo.

RECOMENDACIONES

- Verificar la calibración ò calibrar todos los instrumentos de control en todo el proceso de Laminación.
- Mantener variables constantes (sin controlar) durante la realización de un ensayo ò prueba, para poder dar conclusiones seguras de los resultados del mismo, donde se mueve sólo una variable.
- Realizar todos los ensayos, pruebas, seguimientos y cambios de acuerdo al orden consecutivo del proceso, así como con un sólo tipo de maíz, ya que éstos (Nacional, Importado, Amarillo) presentan diferencias en las propiedades de cocción.
- Estandarizar la granulometría del grits que entra a Silos de Grits Seco por las dos Líneas, ya que esto determina la superficie de contacto con el vapor en la cocción; la cuál es determinante en las propiedades de expansión y separación de agua de la hojuela, así como de los flujos de carga de los laminadores.
- Sellar uniones en la estructura de las cocinas, para evitar pérdida de vapor e igualar condiciones de proceso (P_v y $T^{°v}$) en cada cocina, ya que la Presión del vapor actualmente se gradúa de acuerdo a la "cortina de vapor" que desprenda cada cocina, lo cuál no es confiable ni preciso, afectando de ésta manera la temperatura de cocción del grits y a su vez sus propiedades.

- Mantener igualdad de Presiones de vapor entre las cocinas de cada Línea, debido a que si se maneja el mismo grilo por todas las cocinas, y éstas física e internamente son iguales, deben funcionar a las mismas condiciones; no de acuerdo nuevamente a la "cortina de vapor" que desprende cada cocina.
- Medir la dureza del grano mediante una prueba confiable, no sensorialmente; ya que es una propiedad fundamental en el Acondicionado, Cocción y Laminado.
- Estandarizar la Presión y Temperatura del vapor que entra a las cocinas de acuerdo a la dureza del grano, el tipo de maíz y el flujo de carga a manejar, para obtener las mejores propiedades de cocción.
- Mantener igualdad de presiones de rodillos y de cuchillas entre los laminadores de la misma marca, con el fin de disminuir variabilidad en los equipos.
- Mediante la instalación de manómetros medir la Presión de las aspiraciones de la Línea 1 y compararlas con la Línea 2, ya que por disponibilidad de condensado se puede retrogradar almidón.
- Instalar trampas de vapor en las aspiraciones de la Línea 2 con el fin de evitar que el condensado de las aspiraciones, se devuelva al laminador y afecte la expansión y separación de agua de las hojuelas salientes del mismo; ya que la disposición física de la tubería de ésta Línea permite por gravedad el retorno de éste condensado a diferencia de la tubería de la Línea 1.

GLOSARIO

ABSORCIÓN: penetración y retención de un líquido ó un gas en un sólido.

ACIDO GRASO: constituyente mayoritario de las grasas, donde se presenta usualmente en forma de triglicérido. Los ácidos grasos son moléculas que se componen habitualmente de una cadena carbonada lineal, de longitud variable con un grupo carboxilo en un extremo y un grupo metilo en el otro.

ALEURONA: la banda de hialina (2%) y las capas de aleurona (16%) constituyen las capas subcorticales del grano. El conjunto tiene interés bioquímico puesto que contiene del 30 al 50% de las vitaminas del grupo B del grano, con excepción de la tiamina.

ALMIDÓN: compuesto perteneciente al reino vegetal particularmente abundante en los cereales y en los tubérculos donde recibe el nombre de fécula. Es un homopolímero de alfa glucosa que se encuentra en forma de gránulos.

AMILOPECTINA: compuesto mayoritario del almidón de los cereales y tubérculos, constituido por cadenas de 10-100 unidades de glucosa con enlace 1,4, formando estructuras ramificadas con enlaces 1,6.

AMILOSA: fracción de almidón insoluble en presencia de n-butanol ó de otros solventes orgánicos polares. Está constituido por cadenas lineales de D-glucosa con enlace 1,4, con un grado de polimerización de 100 a 400.

AMINOÁCIDO: elemento constitutivo de las proteínas y los péptidos, caracterizado por una cadena de estructura variable que tiene una función carboxílica en el carbono terminal y una función amina en el carbono alfa.

CENIZAS: residuo orgánico de la calcinación de un producto a no mas de 550°C

VAPOR: gas a temperatura inferior al punto critico.

CEREAL: granos de gramíneas, recolectados en todos los países del mundo. Susceptibles a desarrollarse en casi todo tipo de climas, cualquiera que sea la humedad y temperatura, excepto en la zona ecuatorial cálida y húmeda. El maíz es un cereal originario de las regiones cálidas y áridas.

CONSISTENCIA: término general que describe la propiedad de una sustancia de resistirse a un cambio permanente de forma en los alimentos semisólidos como postres, purés, geles, etc...

CRISTALIZACIÓN: formación de porciones de materia con estructura cristalina y en ciertos casos, con formas poliédricas, a partir de una solución ó un líquido, gas ó sólido amorfo.

DEGERMINACIÓN: tratamiento mecánico que tiene por objetivo el eliminar el embrión del grano. La operación se justifica por razones de estabilidad química en los cereales, ya que los lípidos del germen se oxidan muy fácilmente.

DIFUSIÓN: acción de extenderse ó dispersarse una sustancia líquida ó gaseosa en otro material.

DUREZA: es la resistencia que ejerce un material a sufrir una deformación permanente.

ENDOSCARPIO: capa interna de las tres que conforman el pericarpio de los frutos.

ESCUTELO: anexo al embrión de los cereales caracterizados por una riqueza excepcional en tiamina.

ESTERICO: relacionado a éster: Molécula química resultante de la unión entre un grupo carboxilo y un alcohol, con una eliminación de una molécula de agua.

EXTRACCIÓN: en la molienda, la tasa de extracción corresponde al % de grano entero que se encuentra en la harina. Una harina blanca de maíz tiene una tasa de extracción del orden del 70-80%.

FLUJO: movimiento de un fluido. Caudal de cualquier propiedad extensiva por unidad de superficie.

FRICCIÓN: resistencia que ofrecen 2 superficies en contacto debido al movimiento relativo de uno con respecto al otro.

GEL: estado coloidal obtenido bien por una gran concentración de partículas en el medio, ó por organización estructural de las partículas entre sí. En los dos casos, el estado coloidal presenta un cierto grado de rigidez.

GELATINIZACIÓN: estallido superficial de un producto ó un grano amiláceo, bajo el efecto conjunto del calor y la humedad. Un almidón gelatinizado adquiere nuevas propiedades fisicoquímicas.

GERMEN: representa un 2% del grano y es rico en proteínas (15-45%) según los cereales, aunque sobre todo contiene los lípidos y los elementos liposolubles del grano.

GLUCANOS: polímero de glucosa muy abundantes en el reino vegetal (almidón, dextrina, amilosa, amilopectina, celulosa) y animal (glucógeno)

GLÚCIDO: nombre genético dado a los componentes que por hidrólisis dan polialcoholes con una función reductora, ya sea aldehído ó cetona. Su fórmula empírica es $(CH_2O)_n$, y de ahí el término hidrato de carbono.

GLUCOSA: hexosa, reductora, muy extendida en la naturaleza tanto en estado libre como combinado.

GRAMINEAS: familia muy amplia de plantas monocotiledoneas herbáceas que incluye desde productos alimentarios como cereales hasta productos industriales.

GRANULOMETRÍA: medida de las dimensiones y de los % de las partículas ó granos de cualquier sustancia granulosa.

GRASA: pueden ser líquidas ó sólidas a temperatura ambiente. También se pueden clasificar en función de su origen animal ó vegetal.

HARINA: término genérico para designar los productos de molienda de algunos granos y semillas.

HUMEDAD: presencia de vapor de agua en un gas ó de agua líquida en un sólido ú otro líquido.

HUMIDIFICAR: adición de agua.

LÍPIDO: familia de sustancias formadas por grasas, entre las cuáles los ácidos grasos y el glicerol son los compuestos predominantes (triglicéridos).

MAÍZ: cereal de origen americano, caracterizado por tener unos granos de gran tamaño (300 a 500g./1.000 granos) cuyo color varía entre blanco y rojo violeta.

MOLIENDA: consiste en la transformación del grano en harina, operación que no modifica la composición bioquímica del producto tratado, con excepciones mínimas. En sentido más amplio, la molienda comprende la reducción del grano a harina y además la separación de la harina y sus subproductos.

MOLINO: en la operación de molienda, los cilindros de fundición acanalados, giran en sentido contrario, triturando y cizallando los granos.

PERICARPIO: en un grano de cereal, está formado por varias capas celulares, caracterizadas por una porción elevada de glúcidos indigeribles (celulosa, lignina) que influye en la desasimilación de los nutrientes de la ración.

PESO ESPECÍFICO: es la relación entre el peso de una sustancia por unidad de volumen.

PRESIÓN: acción de fuerza normal que actúa uniformemente sobre la unidad de superficie.

PROTEINA: cadenas constitutivas por aminoácidos, unidos mediante enlaces peptídicos ordenados en una secuencia perfectamente definida, cuyo peso molecular oscila entre 10.000 y valores que sobre pasan claramente el millón.

RESPIRACIÓN: proceso metabólico en el que algunas sustancias orgánicas, como azúcares, ácidos grasos y amino ácidos son convertidos en CO₂ y coenzimas reducidas, las cuáles a su vez, transfieren electrones al oxígeno molecular, formando agua y liberando energía utilizable en los procesos de síntesis.

RETROGRADACIÓN: proceso de insolubilización y precipitación espontánea de las moléculas de amilasa de una solución de almidón. Debido a su gran número

de hidróxilos libres, la amilasa puede orientarse paralelamente, formar puentes de hidrógeno entre sí, produciendo agregados de alto peso molecular que precipitan.

SOLUBILIZACIÓN: propiedad de ciertos componentes sólidos de formar mezclas homogéneas

SOLUCIÓN: mezcla física y químicamente homogénea de dos ó mas sustancias.

TENSOACTIVO: compuesto que al adsorberse en una interfase, reduce la tensión artificial del medio en que está disuelto ó en general, la tensión superficial de las fases del sistema.

TRANSPORTE NEUMATICO POSITIVO: es aquel en el cuál se deja caer el material en una corriente de aire mediante un alimentador giratorio de exclusas. La velocidad de la corriente mantiene al material a granel en suspensión hasta que llega al recipiente receptor, donde se separa del aire mediante un filtro ó un separador de ciclón.

VISCOSIDAD: resistencia interna que presentan los líquidos al fluir, cuando se les aplica un esfuerzo cortante; representa la fricción entre las diversas capas que impide que fluya libremente.

VITAMINAS: sustancias bioquímicas indispensables para los mecanismos vitales del organismo que él mismo no puede sintetizar, por lo que debe ser suministrado por el alimento.

VÍTREO: con aspecto de vidrio.

BIBLIOGRAFÍA

AACC. Advance in Cereal Science and Techonology. St Paul Minessota : Edited by Y. Pomeranz, 1976. 418P.

ADRIAN, Jean y FRANGNE Règine. La Ciencia de los Alimentos de la A a la Z. Zaragoza, España : Acribia, 1990. 299P.

BADUI, Salvador. Química de los Alimentos. México : Alambra Mexicana, 1986. 430P.

BANDERAS, Valiente. Problemas de Balance de Materia y Energía en La Industria Alimentaria. 2 ed. México : Limusa, 1987. 309P.

BELITZ, Hans. Química de Los Alimentos. 2 ed. Zaragoza, España : Acribia, 1982. 813P.

CHEFTEL, Jean Claude y CHEFTEL, Henri. Introducción a la bioquímica y tecnología de los Alimentos. Zaragoza, España : Acribia, 1976. 323P.

DENDY, David y DOBRASZCZYK, Bagdad J. Cereales y productos derivados : Química y Tecnología. Zaragoza, España : Acribia, 2001. 537P.

DESROSIER. Elementos de Tecnologia de Alimentos. Mèxico : Continental, 1987. 783P.

EARLE, R. L. Ingeniería de Alimentos : Las Operaciones Básicas del Procesado de Alimentos. 2 ed. Zaragoza, España : Acribia, 1988. 203P.

FENNEMA, Owen R. Química de Alimentos. Zaragoza, España : Acribia, 1993. 1095P.

FOUST, Alan S. et al. Principios de Operaciones Unitarias. México : Continental, 1961. 704P.

GEANKOPLIS, Christie J. Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. 3 ed. México : Continental, 1999. 1007P.

HOSENEY, R. Carl. Principios de Ciencia y Tecnología de Los Cereales. Zaragoza, España : Acribia, 1991. 321P.

KENT, N. L. Tecnología de Los Cereales : Introducción para Estudiantes de Ciencia de Los Alimentos y Agricultura. Zaragoza, España : Acribia, 1987. 221P.

PERRY, Robert H; GREEN, Don W y MALONE Y, James O. Manual del Ingeniero Químico. 6 ed. México : Mc Graw Hill, 1992. v2.

SERNA, Sergio R. Química, Almacenamiento e Industrialización de Los Cereales. México : Mc Graw Hill, 1996. 521P.

ANEXOS

Anexo A. Datos. Seguimiento de variables del Proceso de Laminación

Resultados de Variables de Humidificación (Humidificador)

LINEA 1 Y 2 FLUJO DE AGUA. ENTRADA HUMIDIFICADOR (L/min)		
Fecha	Turno	Humidificador
Abril 20 -2005	Turno 1	29.0
Abril 27 - 2005	Turno 1	29.4
	Turno 2	29.4
Abril 28 - 2005	Turno 1	29.5
Mayo 3 - 2005	Turno 1	30.4
	Turno 2	29.5
Mayo 11 - 2005	Turno 1	29.2
	Turno 2	29.2
Mayo 12 - 2005	Turno 1	29.6
	Turno 2	29.4
	N° Datos	10.0
	Promedio	29.5
	Desv. Stan.	0.4
	I. de C.	29.2 – 29.7
HUMEDAD GRITS. ANTES DE ENTRAR A HUMIDIFICADOR (%)		
Fecha	Turno	Humidificador
Abril 20 -2005	Turno 1	12.3
Abril 27 - 2005	Turno 1	12.0
	Turno 2	12.2
Abril 28 - 2005	Turno 1	12.3
Mayo 3 - 2005	Turno 1	12.3
	Turno 2	12.3
Mayo 11 - 2005	Turno 1	12.4
	Turno 2	12.3
Mayo 12 - 2005	Turno 1	12.3
	Turno 2	12.3
	N° Datos	10.0
	Promedio	12.3
	Desv. Stan.	0.1
	I. de C.	12.2 – 12.3
PESO ESPEC. GRITS. ANTES DE ENTRAR A HUMIDIFICADOR (Kg/L)		
Fecha	Turno	Humidificador
Abril 20 -2005	Turno 1	0.7688
Abril 27 - 2005	Turno 1	0.7600
	Turno 2	0.7626
Abril 28 - 2005	Turno 1	0.7600
Mayo 3 - 2005	Turno 1	0.7632
	Turno 2	0.7600
Mayo 11 - 2005	Turno 1	0.7516
	Turno 2	0.7562
Mayo 12 - 2005	Turno 1	0.7504
	Turno 2	0.7580

	N° Datos	10.0
	Promedio	0.7591
	Desv. Stan.	0.0
	I. de C.	0.7556 – 0.7630
FLUJO GRITS. ENTRADA HUMIDIFICADOR (Kg/min)		
Fecha	Turno	Humidificador
Abril 20 -2005	Turno 1	278.0
Abril 27 - 2005	Turno 1	270.0
	Turno 2	276.0
Abril 28 - 2005	Turno 1	277.7
Mayo 3 - 2005	Turno 1	280.0
	Turno 2	277.7
Mayo 11 - 2005	Turno 1	277.7
	Turno 2	284.0
Mayo 12 - 2005	Turno 1	278.0
	Turno 2	277.7
	N° Datos	10.0
	Promedio	277.7
	Desv. Stan.	3.5
	I. de C.	275.2 – 280.2

Resultados. Variables de Acondicionado (Temperos)

LINEA 1 HUMEDAD GRITS. ENTRADA TEMPEROS (%)					LINEA 2 HUMEDAD GRITS. ENTRADA TEMPEROS (%)							
Fecha	Turno	T1	T2	Promedio	Fecha	Turno	T4	T5	T6	Promedio		
Abril 20 -2005	Turno 1	15.7	15.4	10.0	Abril 20 -2005	Turno 1	16.1	16.8	16.5	10.0		
Abril 27 - 2005	Turno 1	15.3	15.9		Abril 27 - 2005	Turno 1	16.5	18.4	17.1			
	Turno 2	16.8	16.0		Turno 2	15.9	16.3	16.2				
Abril 28 - 2005	Turno 1	17.1	16.6		Abril 28 - 2005	Turno 1	15.5	16.1	14.4			
Mayo 3 - 2005	Turno 1	16.1	17.4		Mayo 3 - 2005	Turno 1	16.4	16.0	16.2			
	Turno 2	16.1	16.1		Turno 2	16.5	16.9	16.5				
Mayo 11 - 2005	Turno 1	16.2	16.5		Mayo 11 - 2005	Turno 1	17.4	16.7	16.7			
	Turno 2	16.2	15.8		Turno 2	16.8	18.9	17.5				
Mayo 12 - 2005	Turno 1	16.6	15.8		Mayo 12 - 2005	Turno 1	17.2	16.9	16.9			
	Turno 2	16.1	15.5		Turno 2	16.9	16.3	16.9				
	N° Datos	10.0	10.0		10.0	N° Datos	10.0	10.0	10.0		10.0	10.0
	Promedio	16.2	16.1		16.2	Promedio	16.5	16.9	16.5		16.6	16.6
	Desv. Stan.	0.5	0.6	0.6	Desv. Stan.	0.6	1.0	0.8	0.8	0.8		
	I. de C.			15.8 – 16.6	I. de C.					16.1 – 17.2		

TEMPERATURA GRITS. ENTRADA TEMPEROS (°C)					TEMPERATURA GRITS. ENTRADA TEMPEROS (°C)							
Fecha	Turno	T1	T2	Promedio	Fecha	Turno	T4	T5	T6	Promedio		
Mayo 3 - 2005	Turno 1	28.1	28.0	6.0	Mayo 3 - 2005	Turno 1	33.0	33.6	33.5	6.0		
	Turno 2	28.1	28.0		Mayo 3 - 2005	Turno 2	32.8	32.8	32.7			
Mayo 11 - 2005	Turno 1	29.2	29.1		Mayo 11 - 2005	Turno 1	32.8	32.4	32.0			
	Turno 2	28.7	28.6		Turno 2	33.0	33.3	33.2				
Mayo 12 - 2005	Turno 1	29.1	28.8		Mayo 12 - 2005	Turno 1	33.6	33.3	32.0			
	Turno 2	25.5	25.4		Turno 2	31.8	31.5	33.0				
	N° Datos	6.0	6.0		6.0	N° Datos	6.0	6.0	6.0		6.0	6.0
	Promedio	28.1	28.0		28.1	Promedio	32.8	32.8	32.7		32.8	32.8
	Desv. Stan.	1.4	1.3		1.4	Desv. Stan.	0.6	0.8	0.6		0.7	0.7
	I. de C.				26.6 – 29.5	I. de C.						32.1 – 33.5

Resultados. Variables de Cocción (Cocinas)

LINEA 1 PRESION VAPOR. ENTRADA COCINAS (psi)					LINEA 2 PRESION VAPOR. ENTRADA COCINAS (psi)							
Fecha	Turno	C1	C2	Promedio	Fecha	Turno	C4	C5	C6	Promedio		
Abril 20 -2005	Turno 1	7.6	6.4		Abril 20 -2005	Turno 1	3.6	3.3	3.9			
Abril 27 - 2005	Turno 1	7.0	4.0		Abril 27 - 2005	Turno 1	3.0	3.9	4.0			
	Turno 2	8.5	5.5		Abril 27 - 2005	Turno 2	2.5	2.5	3.9			
Abril 28 - 2005	Turno 1	7.5	4.0		Abril 28 - 2005	Turno 1	2.5	3.7	4.0			
Mayo 3 - 2005	Turno 1	6.0	2.5		Mayo 3 - 2005	Turno 1	3.0	3.4	3.8			
	Turno 2	7.0	3.0		Mayo 3 - 2005	Turno 2	2.9	3.5	4.0			
Mayo 11 - 2005	Turno 1	5.7	2.0		Mayo 11 - 2005	Turno 1	3.5	3.7	3.5			
	Turno 2	5.9	2.9		Mayo 11 - 2005	Turno 2	2.0	3.9	3.5			
Mayo 12 - 2005	Turno 1	5.4	2.0		Mayo 12 - 2005	Turno 1	3.5	3.9	4.0			
	Turno 2	5.7	2.5		Mayo 12 - 2005	Turno 2	3.5	3.9	4.0			
	N° Datos	10.0	10.0		10.0		N° Datos	10.0	10.0		10.0	10.0
	Promedio	6.6	3.5		5.1		Promedio	3.0	3.6		3.9	3.5
	Desv. Stan.	1.0	1.5	1.3		Desv. Stan.	0.5	0.4	0.2	0.4		
	I. de C.			4.2 - 6		I. de C.				3.2 – 3.3		

TEMPERATURA VAPOR. ENTRADA COCINAS (°C)					TEMPERATURA VAPOR. ENTRADA COCINAS (°C)							
Fecha	Turno	C1	C2	Promedio	Fecha	Turno	C4	C5	C6	Promedio		
Abril 20 -2005	Turno 1	109.0	109.0		Abril 20 -2005	Turno 1	98.0	99.0	97.0			
Abril 27 - 2005	Turno 1	107.0	107.0		Abril 27 - 2005	Turno 1	98.1	98.0	101.0			
	Turno 2	109.0	106.0		Abril 27 - 2005	Turno 2	98.1	97.0	99.8			
Abril 28 - 2005	Turno 1	110.0	111.0		Abril 28 - 2005	Turno 1	97.0	98.0	100.0			
Mayo 3 - 2005	Turno 1	105.0	105.0		Mayo 3 - 2005	Turno 1	99.0	98.0	100.0			
	Turno 2	107.0	103.0		Mayo 3 - 2005	Turno 2	99.0	98.0	100.0			
Mayo 11 - 2005	Turno 1	105.0	103.0		Mayo 11 - 2005	Turno 1	96.0	97.0	98.0			
	Turno 2	105.0	103.0		Mayo 11 - 2005	Turno 2	98.0	99.0	100.0			
Mayo 12 - 2005	Turno 1	105.0	103.0		Mayo 12 - 2005	Turno 1	99.0	98.0	100.0			
	Turno 2	105.0	103.0		Mayo 12 - 2005	Turno 2	99.0	98.0	100.0			
	N° Datos	10.0	10.0		10.0		N° Datos	10.0	10.0		10.0	10.0
	Promedio	106.7	105.3		106.0		Promedio	98.1	98.0		99.6	98.6
	Desv. Stan.	2.0	2.9	2.5		Desv. Stan.	1.0	0.7	1.2	0.9		
	I. de C.			104.2 – 107.8		I. de C.				97.9 – 92.2		

Resultados. Variables de Laminado (Laminadores)

LINEA 1 HUMEDAD GRITS. ENTRADA LAMINADORES (%)					LINEA 2 HUMEDAD GRITS. ENTRADA LAMINADORES (%)							
Fecha	Turno	L1	L2	Promedio	Fecha	Turno	L4	L5	L6	Promedio		
Abril 20 -2005	Turno 1	24.1	23.4		Abril 20 -2005	Turno 1	21.3	21.0	23.7			
Abril 27 - 2005	Turno 1	24.5	23.2		Abril 27 - 2005	Turno 1	23.4	24.2	23.9			
	Turno 2	24.3	23.4		Abril 27 - 2005	Turno 2	22.9	23.3	23.6			
Abril 28 - 2005	Turno 1	23.6	23.3		Abril 28 - 2005	Turno 1	23.0	23.4	23.0			
Mayo 3 - 2005	Turno 1	23.1	23.0		Mayo 3 - 2005	Turno 1	23.5	23.7	24.3			
	Turno 2	22.9	23.8		Mayo 3 - 2005	Turno 2	23.7	23.2	23.3			
Mayo 11 - 2005	Turno 1	23.4	24.8		Mayo 11 - 2005	Turno 1	23.5	24.3	23.8			
	Turno 2	23.5	24.2		Mayo 11 - 2005	Turno 2	24.3	23.9	23.9			
Mayo 12 - 2005	Turno 1	23.9	24.1		Mayo 12 - 2005	Turno 1	23.9	24.0	23.8			
	Turno 2	24.5	23.8		Mayo 12 - 2005	Turno 2	24.1	24.1	24.0			
	N° Datos	10.0	10.0		10.0		N° Datos	10.0	10.0		10.0	10.0

Promedio	23.8	23.7	23.7	Promedio	23.4	23.5	23.7	23.5
Desv. Stan.	0.6	0.5	0.6	Desv. Stan.	0.9	1.0	0.4	0.7
I. de C.			23.3 – 24.1	I. de C.				23 – 24.1

FLUJO GRITS. LAMINADORES (Kg/min)					FLUJO GRITS. LAMINADORES (Kg/min)							
Fecha	Turno	L1	L2	Promedio	Fecha	Turno	L4	L5	L6	Promedio		
Abril 20 -2005	Turno 1	65.0	65.0		Abril 20 -2005	Turno 1	45.0	45.0	43.0			
Abril 27 - 2005	Turno 1	65.0	66.0		Abril 27 - 2005	Turno 1	42.8	45.0	44.0			
	Turno 2	65.0	65.0			Turno 2	45.0	45.0	45.0			
Abril 28 - 2005	Turno 1	65.0	65.0		Abril 28 - 2005	Turno 1	45.0	45.0	45.0			
Mayo 3 - 2005	Turno 1	56.0	55.0		Mayo 3 - 2005	Turno 1	45.0	45.0	46.0			
	Turno 2	55.0	55.0			Turno 2	45.0	45.0	45.0			
Mayo 11 - 2005	Turno 1	50.0	51.0		Mayo 11 - 2005	Turno 1	40.0	40.0	40.0			
	Turno 2	50.0	51.0			Turno 2	40.0	42.0	41.0			
Mayo 12 - 2005	Turno 1	50.0	51.0		Mayo 12 - 2005	Turno 1	40.0	40.0	41.0			
	Turno 2	50.0	50.0			Turno 2	40.0	40.0	40.0			
	N° Datos	10.0	10.0		10.0		N° Datos	10.0	10.0		10.0	10.0
	Promedio	57.1	57.4		57.3		Promedio	42.8	43.2		43.0	43.0
	Desv. Stan.	7.1	7.0	7.0		Desv. Stan.	2.5	2.4	2.3	2.4		
	I. de C.			52.2 – 62.3		I. de C.				41.3 – 44.7		

ESPESOR HOJUELA. SALIDA LAMINADORES (mm)					ESPESOR HOJUELA. SALIDA LAMINADORES (mm)							
Fecha	Turno	L1	L2	Promedio	Fecha	Turno	L4	L5	L6	Promedio		
Abril 20 -2005	Turno 1	0.45	0.46		Abril 20 -2005	Turno 1	0.46	0.47	0.39			
Abril 27 - 2005	Turno 1	0.39	0.43		Abril 27 - 2005	Turno 1	0.37	0.36	0.40			
	Turno 2	0.38	0.43			Turno 2	0.35	0.40	0.39			
Abril 28 - 2005	Turno 1	0.38	0.37		Abril 28 - 2005	Turno 1	0.34	0.32	0.37			
Mayo 3 - 2005	Turno 1	0.40	0.39		Mayo 3 - 2005	Turno 1	0.37	0.37	0.41			
	Turno 2	0.38	0.41			Turno 2	0.34	0.38	0.40			
Mayo 11 - 2005	Turno 1	0.43	0.42		Mayo 11 - 2005	Turno 1	0.32	0.33	0.37			
	Turno 2	0.43	0.42			Turno 2	0.38	0.40	0.45			
Mayo 12 - 2005	Turno 1	0.41	0.42		Mayo 12 - 2005	Turno 1	0.37	0.38	0.40			
	Turno 2	0.42	0.43			Turno 2	0.39	0.39	0.41			
	N° Datos	10.00	10.00		10.00		N° Datos	10.00	10.00		10.00	10.00
	Promedio	0.41	0.42		0.41		Promedio	0.37	0.38		0.40	0.38
	Desv. Stan.	0.02	0.02	0.02		Desv. Stan.	0.04	0.04	0.02	0.03		
	I. de C.			0.39 – 0.43		I. de C.				0.36 – 0.41		

HUMEDAD HOJUELA. SALIDA LAMINADORES (%)					HUMEDAD HOJUELA. SALIDA LAMINADORES (%)							
Fecha	Turno	L1	L2	Promedio	Fecha	Turno	L4	L5	L6	Promedio		
Abril 20 -2005	Turno 1	20.8	20.3		Abril 20 -2005	Turno 1	23.8	23.7	21.0			
Abril 27 - 2005	Turno 1	21.3	20.3		Abril 27 - 2005	Turno 1	21.6	21.6	21.4			
	Turno 2	20.5	20.1			Turno 2	21.3	21.0	20.6			
Abril 28 - 2005	Turno 1	20.8	20.4		Abril 28 - 2005	Turno 1	20.9	21.0	21.3			
Mayo 3 - 2005	Turno 1	20.1	21.0		Mayo 3 - 2005	Turno 1	20.4	21.4	20.9			
	Turno 2	20.1	20.4			Turno 2	20.0	20.7	21.1			
Mayo 11 - 2005	Turno 1	20.7	21.4		Mayo 11 - 2005	Turno 1	21.0	20.6	19.5			
	Turno 2	20.4	20.6			Turno 2	21.0	21.1	20.8			
Mayo 12 - 2005	Turno 1	19.9	20.4		Mayo 12 - 2005	Turno 1	20.7	19.8	20.7			
	Turno 2	20.2	20.0			Turno 2	20.7	20.8	20.9			
	N° Datos	10.0	10.0		10.0		N° Datos	10.0	10.0		10.0	10.0
	Promedio	20.5	20.5		20.5		Promedio	21.1	21.2		20.8	21.0
	Desv. Stan.	0.4	0.4	0.4		Desv. Stan.	1.0	1.0	0.5	0.9		
	I. de C.			20.2 20.8		I. de C.				20.4 – 21.7		

PRESIÓN DE RODILLOS. LAMINADORES (bar)					PRESIÓN DE RODILLOS. LAMINADORES (bar)					
Fecha	Turno	L1	L2	Promedio	Fecha	Turno	L4	L5	L6	Promedio
Abril 20 -2005	Turno 1	140.0	124.0		Abril 20 -2005	Turno 1	27.0	25.5	119.6	
Abril 27 - 2005	Turno 1	140.0	126.0		Abril 27 - 2005	Turno 1	23.8	26.0	118.0	
	Turno 2	130.0	126.0			Turno 2	22.3	26.0	119.0	
Abril 28 - 2005	Turno 1	140.0	126.0		Abril 28 - 2005	Turno 1	23.0	26.0	116.0	
Mayo 3 - 2005	Turno 1	140.0	126.0		Mayo 3 - 2005	Turno 1	23.0	26.0	120.0	
	Turno 2	140.0	126.0			Turno 2	21.5	26.0	112.0	
Mayo 11 - 2005	Turno 1	140.0	128.0		Mayo 11 - 2005	Turno 1	25.0	26.0	124.0	

Mayo 12 - 2005	Turno 2	140.0	123.0	10.0	Mayo 12 - 2005	Turno 2	23.5	26.0	122.0	10.0
	Turno 1	140.0	123.0			Turno 1	25.0	26.0	123.0	
	Turno 2	140.0	123.0			Turno 2	24.0	28.0	122.0	
	N° Datos	10.0	10.0			N° Datos	10.0	10.0	10.0	
	Promedio	139.0	125.1	132.1		Promedio	23.8	26.2	119.6	56.5
	Desv. Stan.	3.2	1.7	2.4		Desv. Stan.	1.6	0.7	3.6	1.9
	I. de C.			130.3 – 133.3		I. de C.				55.1 – 57.9

PRESIÓN DE CUCHILLAS. LAMINADORES (bar)					PRESIÓN DE CUCHILLAS. LAMINADORES (bar)								
Fecha	Turno	L1	L2	Promedio	Fecha	Turno	L4	L5	L6	Promedio			
Abril 20 -2005	Turno 1	26.0	9.0	10.0	Abril 20 -2005	Turno 1	23.5	19.5	10.0	10.0			
Abril 27 - 2005	Turno 1	28.0	6.5		Abril 27 - 2005	Turno 1	19.6	24.0					
	Turno 2	27.0	6.5		Turno 2	25.0	24.0						
Abril 28 - 2005	Turno 1	27.5	6.5		Abril 28 - 2005	Turno 1	25.0	24.0					
Mayo 3 - 2005	Turno 1	28.0	7.0		Mayo 3 - 2005	Turno 1	26.0	24.0					
	Turno 2	27.0	7.0		Turno 2	25.0	24.0						
Mayo 11 - 2005	Turno 1	27.0	9.0		Mayo 11 - 2005	Turno 1	13.0	24.5					
	Turno 2	27.0	8.0		Turno 2	13.0	24.5						
Mayo 12 - 2005	Turno 1	27.0	7.0		Mayo 12 - 2005	Turno 1	13.0	24.5					
	Turno 2	27.5	7.0		Turno 2	13.0	24.5						
	N° Datos	10.0	10.0			N° Datos	10.0	10.0					
	Promedio	27.2	7.4		17.3		Promedio	19.6			23.8		21.7
	Desv. Stan.	0.6	1.0	0.8		Desv. Stan.	5.9	1.5		3.7			
	I. de C.			16.7 – 17.3		I. de C.				19 – 24.3			

TEMPERATURA GRITS. ENTRADA LAMINADORES (°C)					TEMPERATURA GRITS. ENTRADA LAMINADORES (°C)							
Fecha	Turno	L1	L2	Promedio	Fecha	Turno	L4	L5	L6	Promedio		
Mayo 3 - 2005	Turno 1	75.9	79.4	6.0	Mayo 3 - 2005	Turno 1	70.4	69.1	73.4	6.0		
	Turno 2	75.9	77.8			Turno 2	75.2	76.2	73.3			
Mayo 11 - 2005	Turno 1	78.7	80.4		Mayo 11 - 2005	Turno 1	65.6	65.0	72.5			
	Turno 2	79.5	78.8		Turno 2	75.7	75.3	73.4				
Mayo 12 - 2005	Turno 1	77.3	75.2		Mayo 12 - 2005	Turno 1	71.1	70.9	74.1			
	Turno 2	78.9	79.1		Turno 2	70.0	69.4	72.7				
	N° Datos	6.0	6.0			N° Datos	6.0	6.0	6.0			
	Promedio	77.7	78.5		78.1		Promedio	71.3	71.0		73.2	71.9
	Desv. Stan.	1.6	1.8		1.7		Desv. Stan.	3.7	4.2		0.6	2.8
	I. de C.				76.3 – 79.8		I. de C.					68.9 – 74.8

TEMPERATURA HOJUELA. SALIDA LAMINADORES (°C)					TEMPERATURA HOJUELA. SALIDA LAMINADORES (°C)							
Fecha	Turno	L1	L2	Promedio	Fecha	Turno	L4	L5	L6	Promedio		
Mayo 3 - 2005	Turno 1	55.3	53.8	6.0	Mayo 3 - 2005	Turno 1	52.2	45.8	52.0	6.0		
	Turno 2	60.1	55.5			Turno 2	48.2	52.1	48.8			
Mayo 11 - 2005	Turno 1	55.6	56.0		Mayo 11 - 2005	Turno 1	41.7	40.0	41.3			
	Turno 2	55.4	60.2		Turno 2	51.0	54.5	56.6				
Mayo 12 - 2005	Turno 1	54.5	51.9		Mayo 12 - 2005	Turno 1	52.4	52.5	45.4			
	Turno 2	60.4	54.4		Turno 2	52.9	40.0	46.8				
	N° Datos	6.0	6.0			N° Datos	6.0	6.0	6.0			
	Promedio	56.9	55.3		56.1		Promedio	49.7	47.5		48.5	48.6
	Desv. Stan.	2.6	2.8		2.7		Desv. Stan.	4.3	6.5		5.3	5.4
	I. de C.				53.2 – 58.9		I. de C.					42.9 – 54.2

Resultados. Variables de Secado (Secadores)

LINEA 1					LINEA 2		
PRESIÓN VAPOR. ENTRADA SECADORES (bar)					PRESIÓN VAPOR. ENTRADA SECADOR (bar)		
Fecha	Turno	S1	S2	Promedio	Fecha	Turno	S3
Abril 20 -2005	Turno 1	0.7	0.8	1.8	Abril 20 -2005	Turno 1	1.8
Abril 27 - 2005	Turno 1	0.6	0.2		Abril 27 - 2005	Turno 1	3.0
	Turno 2	0.3	0.6		Turno 2	2.0	
Abril 28 - 2005	Turno 1	0.5	0.3		Abril 28 - 2005	Turno 1	1.9

Mayo 3 - 2005	Turno 1	0.5	0.5		Mayo 3 - 2005	Turno 1	1.3
	Turno 2	0.7	0.8			Turno 2	0.9
Mayo 11 - 2005	Turno 1	0.1	0.5		Mayo 11 - 2005	Turno 1	3.6
	Turno 2	0.1	0.1			Turno 2	4.3
Mayo 12 - 2005	Turno 1	0.3	0.3		Mayo 12 - 2005	Turno 1	1.6
	Turno 2	0.3	0.3			Turno 2	1.7
				N° Datos	10.0	N° Datos	10.0
				Promedio	0.4	Promedio	2.2
				Desv. Stan.	0.2	Desv. Stan.	1.1
				I. de C.		I. de C.	1.5 - 3

TEMPERATURA HOJUELA. SALIDA SECADORES (°C)					TEMPERATURA HOJUELA. SALIDA SECADOR (°C)			
Fecha	Turno	S1	S2	Promedio	Fecha	Turno	S3	
Abril 20 -2005	Turno 1	51.6	51.6		Abril 20 -2005	Turno 1	58.9	
Abril 27 - 2005	Turno 1	49.3	48.4		Abril 27 - 2005	Turno 1	54.9	
	Turno 2	49.3	48.6		Turno 2	60.3		
Abril 28 - 2005	Turno 1	50.0	49.6		Abril 28 - 2005	Turno 1	65.8	
Mayo 3 - 2005	Turno 1	48.7	48.3		Mayo 3 - 2005	Turno 1	59.6	
	Turno 2	50.4	48.3		Turno 2	59.6		
Mayo 11 - 2005	Turno 1	44.5	44.4		Mayo 11 - 2005	Turno 1	65.4	
	Turno 2	45.8	44.7		Turno 2	63.6		
Mayo 12 - 2005	Turno 1	45.1	45.5		Mayo 12 - 2005	Turno 1	64.8	
	Turno 2	46.3	45.3		Turno 2	64.3		
					N° Datos	10.0	N° Datos	10.0
					Promedio	48.1	Promedio	61.7
				Desv. Stan.	2.5	Desv. Stan.	3.6	
				I. de C.		I. de C.	59.2 – 64.3	

HUMEDAD HOJUELA. SALIDA SECADORES (%)					HUMEDAD HOJUELA. SALIDA SECADOR (%)			
Fecha	Turno	S1	S2	Promedio	Fecha	Turno	S3	
Abril 20 -2005	Turno 1	12.8	11.6		Abril 20 -2005	Turno 1	12.7	
Abril 27 - 2005	Turno 1	11.6	11.9		Abril 27 - 2005	Turno 1	12.1	
	Turno 2	11.6	11.4		Turno 2	12.2		
Abril 28 - 2005	Turno 1	10.7	11.2		Abril 28 - 2005	Turno 1	11.7	
Mayo 3 - 2005	Turno 1	10.7	10.8		Mayo 3 - 2005	Turno 1	12.3	
	Turno 2	9.9	12.3		Turno 2	11.7		
Mayo 11 - 2005	Turno 1	12.0	11.4		Mayo 11 - 2005	Turno 1	11.3	
	Turno 2	11.5	9.8		Turno 2	11.6		
Mayo 12 - 2005	Turno 1	12.0	11.5		Mayo 12 - 2005	Turno 1	11.6	
	Turno 2	12.4	10.8		Turno 2	10.8		
					N° Datos	10.0	N° Datos	10.0
					Promedio	11.5	Promedio	11.8
				Desv. Stan.	0.9	Desv. Stan.	0.6	
				I. de C.		I. de C.	11.4 – 12.2	

Resultados. Variables de Enfriado (Enfriadoras)

LINEA 1			LINEA 2		
TEMPERAURA HOJUELA. ENTRADA ENFRIADORA (°C)			TEMPERAURA HOJUELA. ENTRADA ENFRIADORA (°C)		
Fecha	Turno	E1	Fecha	Turno	E2
Abril 20 -2005	Turno 1	42.0	Abril 20 -2005	Turno 1	54.0

Abril 27 - 2005	Turno 1	41.0	Abril 27 – 2005	Turno 1	42.0
	Turno 2	42.0		Turno 2	48.0
Abril 28 - 2005	Turno 1	42.0	Abril 28 – 2005	Turno 1	50.0
Mayo 3 - 2005	Turno 1	39.0	Mayo 3 – 2005	Turno 1	46.0
	Turno 2	38.0		Turno 2	50.0
Mayo 11 - 2005	Turno 1	35.0	Mayo 11 – 2005	Turno 1	48.0
	Turno 2	36.0		Turno 2	46.0
Mayo 12 - 2005	Turno 1	32.0	Mayo 12 – 2005	Turno 1	46.0
	Turno 2	36.0		Turno 2	47.0
	N° Datos	10.0		N° Datos	10.0
	Promedio	38.3		Promedio	47.7
	Desv. Stan.	3.5		Desv. Stan.	3.2
		35.2			45.4 -
		-		50	
	I. de C.	40.3		I. de C.	

HUMEDAD HOJUELA. ENTRADA ENFRIADORA (%)			HUMEDAD HOJUELA. ENTRADA ENFRIADORA (%)		
Fecha	Turno	E1	Fecha	Turno	E2
Abril 20 -2005	Turno 1	12.0	Abril 20 -2005	Turno 1	10.7
Abril 27 - 2005	Turno 1	11.6	Abril 27 – 2005	Turno 1	10.1
	Turno 2	12.1		Turno 2	12.1
Abril 28 - 2005	Turno 1	12.0	Abril 28 – 2005	Turno 1	12.4
Mayo 3 - 2005	Turno 1	11.2	Mayo 3 – 2005	Turno 1	12.1
	Turno 2	11.4		Turno 2	12.0
Mayo 11 - 2005	Turno 1	12.9	Mayo 11 – 2005	Turno 1	10.8
	Turno 2	12.0		Turno 2	10.0
Mayo 12 - 2005	Turno 1	12.0	Mayo 12 – 2005	Turno 1	12.2
	Turno 2	11.6		Turno 2	11.0
	N° Datos	10.0		N° Datos	10.0
	Promedio	11.9		Promedio	11.3
	Desv. Stan.	0.5		Desv. Stan.	0.9
		11.5			10.7
		-		-	
	I. de C.	12.2		I. de C.	12.0

Resultados. Variables de Pre-molienda (Bancos de Pre-molienda)

LINEA 1			LINEA 2		
HUMEDAD HOJUELA. ENTRADA PRE-MOLIENDA (%)			HUMEDAD HOJUELA. ENTRADA PRE-MOLIENDA (%)		
Fecha	Turno	M1	Fecha	Turno	M2
Abril 20 -2005	Turno 1	10.3	Abril 20 -2005	Turno 1	11.2
Abril 27 - 2005	Turno 1	10.7	Abril 27 – 2005	Turno 1	9.9
	Turno 2	11.1		Turno 2	11.7
Abril 28 - 2005	Turno 1	10.6	Abril 28 - 2005	Turno 1	11.1
Mayo 3 - 2005	Turno 1	10.9	Mayo 3 - 2005	Turno 1	11.2
	Turno 2	10.2		Turno 2	11.5
Mayo 11 - 2005	Turno 1	10.9	Mayo 11 - 2005	Turno 1	10.3
	Turno 2	11.0		Turno 2	9.6
Mayo 12 - 2005	Turno 1	10.7	Mayo 12 - 2005	Turno 1	10.4
	Turno 2	9.1		Turno 2	10.2
	N° Datos	10.0		N° Datos	10.0

	Promedio	10.5		Promedio	10.7
	Desv. Stan.	0.6		Desv. Stan.	0.7
	I. de C.	10.1 – 11.0		I. de C.	10.2 – 11.2

HUMEDAD HOJUELA. SALIDA PRE-MOLIENDA (%)			HUMEDAD HOJUELA. SALIDA PRE-MOLIENDA (%)		
Fecha	Turno	M1	Fecha	Turno	M2
Abril 20 -2005	Turno 1	11.2	Abril 20 -2005	Turno 1	10.3
Abril 27 - 2005	Turno 1	10.8	Abril 27 – 2005	Turno 1	10.7
	Turno 2	10.8		Turno 2	11.3
Abril 28 - 2005	Turno 1	11.4	Abril 28 – 2005	Turno 1	10.7
Mayo 3 - 2005	Turno 1	10.5	Mayo 3 – 2005	Turno 1	11.6
	Turno 2	10.2		Turno 2	11.2
Mayo 11 - 2005	Turno 1	10.5	Mayo 11 – 2005	Turno 1	9.7
	Turno 2	10.3		Turno 2	10.0
Mayo 12 - 2005	Turno 1	10.7	Mayo 12 – 2005	Turno 1	10.0
	Turno 2	8.4		Turno 2	9.4
	N° Datos	10.0		N° Datos	10.0
	Promedio	10.5		Promedio	10.5
	Desv. Stan.	0.8		Desv. Stan.	0.7
	I. de C.	9.9 – 11.1		I. de C.	10.0- 11.0

EXPANSIÓN DE HOJUELA. SALIDA PRE-MOLIENDA (cms)			EXPANSIÓN DE HOJUELA. SALIDA PRE-MOLIENDA (cms)		
Fecha	Turno	M1	Fecha	Turno	M2
Abril 20 -2005	Turno 1	5.9	Abril 20 -2005	Turno 1	6.8
Abril 27 - 2005	Turno 1	6.2	Abril 27 – 2005	Turno 1	6.5
	Turno 2	6.2		Turno 2	7.1
Abril 28 - 2005	Turno 1	6.1	Abril 28 - 2005	Turno 1	6.5
Mayo 3 - 2005	Turno 1	5.5	Mayo 3 - 2005	Turno 1	7.2
	Turno 2	5.6		Turno 2	7.2
Mayo 11 - 2005	Turno 1	5.1	Mayo 11 - 2005	Turno 1	6.6
	Turno 2	6.7		Turno 2	6.3
Mayo 12 - 2005	Turno 1	5.9	Mayo 12 - 2005	Turno 1	6.6
	Turno 2	5.6		Turno 2	5.6
	N° Datos	10.0		N° Datos	10.0
	Promedio	5.9		Promedio	6.6
	Desv. Stan.	0.5		Desv. Stan.	0.5
	I. de C.	5.6 – 6.2		I. de C.	6.3 – 7.0

SEPARACIÓN DE AGUA. HOJUELA. SALIDA PRE-MOLIENDA (mm)			SEPARACIÓN DE AGUA. HOJUELA. SALIDA PRE-MOLIENDA (mm)		
Fecha	Turno	M1	Fecha	Turno	M2
Abril 20 -2005	Turno 1	1.0	Abril 20 -2005	Turno 1	1.0
Abril 27 - 2005	Turno 1	1.1	Abril 27 - 2005	Turno 1	1.0
	Turno 2	1.0		Turno 2	3.0
Abril 28 - 2005	Turno 1	1.2	Abril 28 - 2005	Turno 1	2.1
Mayo 3 - 2005	Turno 1	1.0	Mayo 3 - 2005	Turno 1	3.0
	Turno 2	1.0		Turno 2	3.0
Mayo 11 - 2005	Turno 1	1.0	Mayo 11 - 2005	Turno 1	2.0
	Turno 2	2.0		Turno 2	3.1
Mayo 12 - 2005	Turno 1	1.1	Mayo 12 - 2005	Turno 1	2.1
	Turno 2	1.0		Turno 2	1.0

N° Datos	10.0	N° Datos	10.0
Promedio	1.1	Promedio	2.1
Desv. Stan.	0.3	Desv. Stan.	0.9
I. de C.	0.9 – 1.4	I. de C.	1.5 – 2.8

Resultados. Granulometría de Pre-molienda (Bancos de Pre-molienda)

GRANULOMETRÍA. SALIDA PRE-MOLIENDA (%)							
LINEA 1							
Fecha	Turno	-M20	-M30	-M40	-M60	-M80	Fondo
Abril 20 -2005	Turno 1	79.6	9.7	3.8	4.0	2.1	1.0
Abril 27 - 2005	Turno 1	78.2	9.6	4.3	4.7	1.9	1.8
	Turno 2	84.4	6.8	2.9	3.3	4.6	0.8
Abril 28 - 2005	Turno 1	87.6	6.2	2.2	2.4	0.6	1.1
Mayo 3 - 2005	Turno 1	87.5	6.1	2.2	2.5	1.1	0.6
	Turno 2	82.8	7.8	3.0	3.7	1.7	0.6
Mayo 11 -2005	Turno 1	77.8	9.3	4.2	5.0	2.4	1.0
	Turno 2	68.8	15.5	6.1	5.5	2.3	1.2
Mayo 12 - 2005	Turno 1	75.3	12.0	4.7	4.7	2.5	1.2
	Turno 2	74.1	13.7	4.8	4.4	1.7	0.7
	N° Datos	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
	Promedio	79.6	9.7	3.8	4.0	2.1	1.0
	Desv. Stan.	6.1	3.2	1.3	1.1	1.1	0.3
	I. de C.	75.3 – 83.9	7.4 – 12.0	2.9 – 4.7	3.2 – 4.8	1.3 – 2.8	0.8 – 1.2
LINEA 2							
Fecha	Turno	-M20	-M30	-M40	-M60	-M80	Fondo
Abril 20 -2005	Turno 1	72.0	14.1	5.2	4.9	2.1	1.2
Abril 27 - 2005	Turno 1	73.1	14.5	4.5	4.1	1.9	1.3
	Turno 2	71.1	15.4	5.2	4.6	1.7	1.3
Abril 28 - 2005	Turno 1	70.3	15.1	5.4	4.8	2.2	1.2
Mayo 3 - 2005	Turno 1	73.5	14.2	4.6	4.2	1.9	0.9
	Turno 2	73.1	13.8	4.8	4.6	1.9	1.2
Mayo 11 - 2005	Turno 1	72.1	14.6	5.2	4.5	2.2	1.7
	Turno 2	76.8	10.0	4.7	5.1	2.0	0.9
Mayo 12 - 2005	Turno 1	67.4	15.4	6.5	6.0	2.7	1.6
	Turno 2	70.8	13.5	6.0	6.1	2.1	1.1
	N° Datos	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
	Promedio	72.0	14.1	5.2	4.9	2.1	1.2
	Desv. Stan.	2.5	1.6	0.6	0.7	0.3	0.3
	I. de C.	70.3 – 73.8	12.9 – 15.2	4.8 – 5.7	4.4 – 5.4	1.9 – 2.3	1.0 – 1.4

Resultados. Variables de Silos de hojuelas

HUMEDAD HOJUELA. ENTRADA SILOS DE HOJUELA (%)					
LINEA 1			LINEA 2		
Fecha	Turno	Silos Línea 1	Fecha	Turno	Silos Línea 2
Abril 20 -2005	Turno 1	10.0	Abril 20 -2005	Turno 1	9.8

Abril 27 - 2005	Turno 1	11.1	Abril 27 - 2005	Turno 1	10.5
	Turno 2	10.2		Turno 2	11.2
Abril 28 - 2005	Turno 1	10.1	Abril 28 - 2005	Turno 1	10.8
Mayo 3 - 2005	Turno 1	10.6	Mayo 3 - 2005	Turno 1	11.4
	Turno 2	10.3		Turno 2	10.9
Mayo 11 - 2005	Turno 1	11.1	Mayo 11 - 2005	Turno 1	9.1
	Turno 2	10.3		Turno 2	9.5
Mayo 12 - 2005	Turno 1	10.5	Mayo 12 - 2005	Turno 1	11.1
	Turno 2	10.4		Turno 2	9.9
	N° Datos	10.0		N° Datos	10.0
	Promedio	10.5		Promedio	10.4
	Desv. Stan.	0.4		Desv. Stan.	0.8
	I. de C.	10.2 – 10.7		I. de C.	9.9 – 11.0

Anexo B. Datos. Mayor Reducción de Tiempo de Acondicionado de grits en la Línea 2

Resultados. Hd y T° Grits Entrada Temperos.

Fecha	T° GRITS. ENTRADA TEMPEROS			
	LÍNEA 1		LÍNEA 2	
	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Temperatura (°C)
06-Sep-05	16,5	29,4	18	29,3
06-Sep-05	16,6	31,1	18,62	32,2
06-Sep-05	16,4	30,0	17,48	32,4
07-Sep-05	16,7	31,1	17,58	33,3
07-Sep-05	16,6	30,6	19,16	32,9
07-Sep-05	16,9	30,0	18,01	32,6
08-Sep-05	17,1	30,6	16,61	38,9
08-Sep-05	17	25,6	17,85	33,5
08-Sep-05	16,2	26,1	18,32	31,2
09-Sep-05	17	28,3	17,9	31,2
09-Sep-05	16,6	29,4	17	33,3
09-Sep-05	16,7	30,6	17,5	32,0
09-Sep-05	16,8	28,9	18,5	31,1
13-Sep-05	16,5	28,3	18	30,0
13-Sep-05	16,5	28,3	18,3	32,6
13-Sep-05	16,6	28,9	18,5	33,9
13-Sep-05	17,1	27,8	17,9	31,3
14-Sep-05	16,5	28,3	17,5	32,0
14-Sep-05	16,2	29,4	17,4	36,5
14-Sep-05	16,4	30,6	17,8	35,8
14-Sep-05	16,3	30,0	17,7	36,9

15-Sep-05	16,6	30,0	17,9	34,6
15-Sep-05	16,4	30,6	18	26,1
15-Sep-05	16,5	27,8	18,5	35,6
15-Sep-05	16,5	26,1	18,6	36,2
Promedio	16,61	29,11	17,95	33,02
Desv. Stand.	0,25	1,56	0,55	2,73
N° Datos	25	25	25	25
I. de C.	16.5 – 16.7	28.4 – 29.7	17.7 – 18.17	31.8 – 34.1

Anexo C. Datos. Evaluación de Granulometría de grits en la Cocción

Resultados. Granulometría de grits. Entrada de Temperos

LINEA 1							
GRANULOMETRÍA. SALIDA PRE-MOLIENDA (%)							
Fecha	Turno	M 3 1/2	M4	M6	M8	M10	Fondo
Mayo 24 - 2005	Turno 1	26,8	21,0	46,0	5,1	0,6	0,5
	Turno 2	24,7	23,8	44,3	5,3	0,9	0,9
Mayo 25 - 2005	Turno 1	24,8	18,4	49,6	5,8	0,6	0,5
	Turno 2	28,4	19,8	46,9	3,9	0,4	0,3
Mayo 26 - 2005	Turno 1	34,6	25,7	34,1	3,5	0,9	0,8
	Turno 2	38,3	25,2	33,3	2,2	0,4	0,5
Junio 1 - 2005	Turno 2	42,3	22,3	32,5	2,0	0,3	0,4
Junio 2 - 2005	Turno 1	47,0	24,7	25,7	2,0	0,3	0,3
	Turno 2	46,1	22,9	28,4	1,7	0,3	0,4
Junio 3 - 2005	Turno 1	35,9	27,7	33,1	2,4	0,4	0,4
	N° Datos	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	Promedio	34,9	23,1	37,4	3,4	0,5	0,5
	Desv. Stan.	8,5	2,9	8,5	1,6	0,2	0,2
	I. de C.	28,8 - 41	21,1 - 25,2	31,3 - 43,5	2,3 - 4,5	0,3 - 0,7	0,3 - 0,6

LINEA 2							
GRANULOMETRÍA. SALIDA PRE-MOLIENDA (%)							
Fecha	Turno	M 3 1/2	M4	M6	M8	M10	Fondo
Mayo 24 - 2005	Turno 1	45,9	26,5	25,5	1,5	0,2	0,2
	Turno 2	40,5	27,4	29,7	1,8	0,2	0,1
Mayo 25 - 2005	Turno 1	18,0	21,3	51,4	8,0	0,9	0,8
	Turno 2	35,8	18,4	41,7	3,0	0,3	0,2
Mayo 26 - 2005	Turno 1	36,9	28,1	32,1	1,9	0,3	0,3
	Turno 2	29,6	26,1	36,0	4,4	1,7	2,0
Junio 1 - 2005	Turno 2	46,6	26,6	25,9	0,6	0,0	0,1
Junio 2 - 2005	Turno 1	36,8	25,8	35,2	1,3	0,2	0,3

	Turno 2	46,3	25,5	25,5	1,8	0,4	0,3
Junio 3 - 2005	Turno 1	41,4	26,2	30,6	1,2	0,0	0,2
	N° Datos	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	Promedio	37,8	25,2	33,4	2,5	0,4	0,5
	Desv. Stan.	8,8	3,0	8,2	2,2	0,5	0,6
	I. de C.	31,4 - 44,1	23,1 - 27,3	27,5 - 39,2	1 - 4,1	0,1 - 0,8	0,05 - 0,9

Resultados. Características físicas de grits. Entrada a Temperos

LÍNEA 1		
GRITS CON DAÑO CRÍTICO		
Fecha	Turno	T1
Mayo 24 - 2005	Turno 1	23,0
	Turno 2	17,0
Mayo 25 - 2005	Turno 1	19,0
	Turno 2	17,0
Mayo 26 - 2005	Turno 1	16,0
	Turno 2	26,0
Junio 1 - 2005	Turno 2	13,0
Junio 2 - 2005	Turno 1	21,0
	Turno 2	23,0
Junio 3 - 2005	Turno 1	14,0
	N° Datos	10,0
	Promedio	18,9
	Desv. Stan.	4,3
	I. de C.	15,9 - 21,9

LÍNEA 2		
GRITS CON DAÑO CRÍTICO		
Fecha	Turno	T1
Mayo 24 - 2005	Turno 1	28,0
	Turno 2	18,0
Mayo 25 - 2005	Turno 1	8,0
	Turno 2	27,0
Mayo 26 - 2005	Turno 1	11,0
	Turno 2	14,0
Junio 1 - 2005	Turno 2	18,0
Junio 2 - 2005	Turno 1	22,0
	Turno 2	18,0
Junio 3 - 2005	Turno 1	17,0
	N° Datos	10,0
	Promedio	18,1
	Desv. Stan.	6,3
	I. de C.	13,6 - 22,6

LÍNEA 1		
GRITS DAÑADO POR CALOR		
Fecha	Turno	T1
Mayo 24 - 2005	Turno 1	2,0
	Turno 2	7,0
Mayo 25 - 2005	Turno 1	5,0
	Turno 2	7,0
Mayo 26 - 2005	Turno 1	2,0
	Turno 2	0,0
Junio 1 - 2005	Turno 2	0,0
Junio 2 - 2005	Turno 1	0,0
	Turno 2	0,0
Junio 3 - 2005	Turno 1	0,0
	N° Datos	10,0
	Promedio	2,3
	Desv. Stan.	2,9
	I. de C.	0,2 - 4,4

LÍNEA 2		
GRITS DAÑADO POR CALOR		
Fecha	Turno	T1
Mayo 24 - 2005	Turno 1	0,0
	Turno 2	0,0
Mayo 25 - 2005	Turno 1	5,0
	Turno 2	4,0
Mayo 26 - 2005	Turno 1	1,0
	Turno 2	0,0
Junio 1 - 2005	Turno 2	0,0
Junio 2 - 2005	Turno 1	0,0
	Turno 2	1,0
Junio 3 - 2005	Turno 1	3,0
	N° Datos	10,0
	Promedio	1,4
	Desv. Stan.	1,9
	I. de C.	0,04 - 2,8

LINEA 1 GERMEN		
Fecha	Turno	T1
Mayo 24 - 2005	Turno 1	23,0
	Turno 2	25,0
Mayo 25 - 2005	Turno 1	36,0
	Turno 2	29,0
Mayo 26 - 2005	Turno 1	11,0
	Turno 2	14,0
Junio 1 - 2005	Turno 2	10,0
Junio 2 - 2005	Turno 1	15,0
	Turno 2	13,0
Junio 3 - 2005	Turno 1	21,0
	N° Datos	10,0
	Promedio	19,7
	Desv. Stan.	8,6
	I. de C.	13,6 - 25,8

LINEA 2 GERMEN		
Fecha	Turno	T1
Mayo 24 - 2005	Turno 1	8,0
	Turno 2	16,0
Mayo 25 - 2005	Turno 1	32,0
	Turno 2	19,0
Mayo 26 - 2005	Turno 1	15,0
	Turno 2	19,0
Junio 1 - 2005	Turno 2	8,0
Junio 2 - 2005	Turno 1	15,0
	Turno 2	15,0
Junio 3 - 2005	Turno 1	10,0
	N° Datos	10,0
	Promedio	15,7
	Desv. Stan.	7,0
	I. de C.	10,7 - 20,7

LINEA 1 IMPUREZAS		
Fecha	Turno	T1
Mayo 24 - 2005	Turno 1	1,0
	Turno 2	0,0
Mayo 25 - 2005	Turno 1	0,0
	Turno 2	0,0
Mayo 26 - 2005	Turno 1	0,0
	Turno 2	1,0
Junio 1 - 2005	Turno 2	0,0
Junio 2 - 2005	Turno 1	0,0
	Turno 2	0,0
Junio 3 - 2005	Turno 1	0,0
	N° Datos	10,0
	Promedio	0,2
	Desv. Stan.	0,4
	I. de C.	0,1 - 0,5

LINEA 2 IMPUREZAS		
Fecha	Turno	T1
Mayo 24 - 2005	Turno 1	1,0
	Turno 2	1,0
Mayo 25 - 2005	Turno 1	1,0
	Turno 2	1,0
Mayo 26 - 2005	Turno 1	0,0
	Turno 2	0,0
Junio 1 - 2005	Turno 2	0,0
Junio 2 - 2005	Turno 1	0,0
	Turno 2	0,0
Junio 3 - 2005	Turno 1	0,0
	N° Datos	10,0
	Promedio	0,4
	Desv. Stan.	0,5
	I. de C.	0,03 - 0,8

LINEA 1 MEZCLA COLOR		
Fecha	Turno	T1
Mayo 24 - 2005	Turno 1	0,0
	Turno 2	1,0
Mayo 25 - 2005	Turno 1	1,0
	Turno 2	1,0
Mayo 26 - 2005	Turno 1	0,0

LINEA 2 MEZCLA COLOR		
Fecha	Turno	T1
Mayo 24 - 2005	Turno 1	1,0
	Turno 2	0,0
Mayo 25 - 2005	Turno 1	0,0
	Turno 2	0,0
Mayo 26 - 2005	Turno 1	1,0

	Turno 2	0,0
Junio 1 - 2005	Turno 2	0,0
Junio 2 - 2005	Turno 1	3,0
	Turno 2	1,0
Junio 3 - 2005	Turno 1	1,0
	N° Datos	10,0
	Promedio	0,8
	Desv. Stan.	0,9
	I. de C.	0,1 - 1,0

	Turno 2	0,0
Junio 1 - 2005	Turno 2	2,0
Junio 2 - 2005	Turno 1	1,0
	Turno 2	2,0
Junio 3 - 2005	Turno 1	2,0
	N° Datos	10,0
	Promedio	0,9
	Desv. Stan.	0,9
	I. de C.	0,3 - 1,5

Anexo D. Datos. Evaluación de variables en la operación de Cocción

Resultados. Presión de vapor. Columna Cocinas

Pv. COLUMNA ENTRADA. COCINAS. (psi)					
Fecha	LÍNEA 1		LÍNEA 2		
	Cocina 1	Cocina 2	Cocina 4	Cocina 5	Cocina 6
01-Mar-05	4.5	4.8	4	3.6	4
01-Mar-05	4.5	4.8	4	3.6	4.4
01-Mar-05	3.8	4	4	3.6	4.3
02-Mar-05	4.9	5.4	4	4	5
02-Mar-05	5.2	5	4	4	5
03-Mar-05	3	4.3	4	3.6	4.4
03-Mar-05	3.8	4.3	4	3.8	4.5
03-Mar-05	3.8	4.3	4	3.8	4.5
04-Mar-05	3	5.2	3.8	3.3	4.5
04-Mar-05	3	5.2	3.8	3.3	4.5
14-Mar-05	4.5	6	4.5	5	5.5
14-Mar-05	4.5	6.4	4.5	4.6	4.6
14-Mar-05	4.5	6.4	4.5	4.6	4.8
15-Mar-05	4.5	5.5	3.9	4.3	4.8
15-Mar-05	4.8	5.5	4	4.1	4.8
15-Mar-05	4.8	5.6	4	4.1	4.8
16-Mar-05	3.8	3.7	3.8	3.5	4
16-Mar-05	3.6	3.7	3.6	3.5	4.4
16-Mar-05	3.6	3.7	3.6	3.5	4.4
17-Mar-05	3.9	4	3.7	3.5	4.5
17-Mar-05	4	4	3.8	3.8	4.5
17-Mar-05	4	4	3.8	3.8	4.5
18-Mar-05	3.8	5.3	3.8	3.6	4.2
18-Mar-05	3.8	5.3	3.8	3.6	4.2
29-Mar-05	4.6	5	3.9	4.2	4.9
29-Mar-05	4.5	5	3.8	3.5	4.5

29-Mar-05	4.6	5	4	3.5	4.5
30-Mar-05	4.6	5	3.6	3.4	4.6
30-Mar-05	4.5	5	3.4	3.5	4.3
30-Mar-05	4.3	5	3.5	3.5	4.3
31-Mar-05	4.4	4.5	3.5	3.6	4.2
31-Mar-05	4	4.5	3.5	3.6	4.3
05-Abr-05	5	5	4.1	3.9	4.1
05-Abr-05	5	5	4.1	4	4.1
06-Abr-05	4	4.5	4	3.5	3.8
06-Abr-05	4	4.5	4	3.5	4
06-Abr-05	4	4.5	4	3.5	4
07-Abr-05	3.8	5.5	3.9	3.8	4
07-Abr-05	3.8	5.6	4	3.6	4.2
08-Abr-05	3.8	5.8	-	-	4
08-Abr-05	4.2	6.1	-	-	4.2
08-Abr-05	4.4	6.3	-	-	5.2
09-Abr-05	6	6.5	-	3.8	5.3
09-Abr-05	6	6.5	-	3.8	5.3
09-Abr-05	6	6.5	-	3.8	5.9
10-Abr-05	6	6.5	3.9	3.8	4
10-Abr-05	6	6.5	3.9	3.8	4
10-Abr-05	6.5	7.3	3.7	3.6	4
11-Abr-05	8	8.3	4	3.8	-
11-Abr-05	8	8.3	-	3.8	-
11-Abr-05	7.8	6.6	-	3.8	4.3
12-Abr-05	6.8	7	-	4	4.2
12-Abr-05	6.8	7	-	4	4.2
13-Abr-05	4.6	5.4	-	-	4.6
13-Abr-05	7	7.1	-	-	5.1
13-Abr-05	7	7.1	-	-	5.1
20-Abr-05	6.5	7.2	4.6	4	-
20-Abr-05	6.5	7.8	4.6	4.2	-
20-Abr-05	6.5	7.5	4.6	4	-
21-Abr-05	6.4	6.9	4.4	4.1	-
21-Abr-05	5	6	4.3	4.3	-
21-Abr-05	5.5	7	4.3	4.3	-
22-Abr-05	5.8	7.2	4.2	4.2	4.5
22-Abr-05	5.8	7.2	4.2	4.2	4.5
22-Abr-05	5.8	7.2	4.2	4.2	4.5
26-Abr-05	5.3	6	-	4.5	4.6
26-Abr-05	5.4	6	-	4.5	4.6
26-Abr-05	5.7	6.4	-	4.5	4.6

27-Abr-05	6	6.6	4.2	4.1	4.8
27-Abr-05	6	6.5	4.2	4.3	4.6
27-Abr-05	5.6	6.5	4.2	4.3	4.6
28-Abr-05	7.2	7	4.3	4.2	4.2
03-May-05	6	5.4	4.5	3.8	4.3
03-May-05	6	5.4	4.5	3.8	4.3
10-May-05	3.1	7	4	4	4.4
10-May-05	3.3	7	4	4	4.4
12-May-05	5.1	4.6	3.9	4	4.2
12-May-05	5.1	4.6	4	4	4.2
12-May-05	5.1	4.6	4.2	4	4.2
13-May-05	5.6	4.8	4.6	4	4
13-May-05	5.6	4.8	4.3	4	4
13-May-05	5.6	4.8	4.3	4	4
16-May-05	4.5	5	4	4	4.4
16-May-05	4.5	5	4	4	4.4
17-May-05	5.2	5.8	3.8	4.2	4.5
17-May-05	5.2	5.8	4.2	4.5	4.8
17-May-05	5.2	5.8	4.2	4.5	4.8
23-May-05	5.8	6	4.5	4.5	5
23-May-05	5.8	6	4.5	4.5	5
23-May-05	5.8	6	4.5	4.5	5
24-May-05	5.5	6.2	4.5	4.4	5.2
24-May-05	5.6	6.2	4.5	4.4	5.2
24-May-05	5.6	5.8	4.5	4.5	4.8
25-May-05	5.8	5.8	4.2	4.5	4.8
25-May-05	5.8	5.8	4.2	4.5	4.8
25-May-05	5.8	5.8	4.2	4.5	4.8
26-May-05	5.8	5.8	4.5	4.5	5
26-May-05	5.8	5.8	4.5	4.5	5
26-May-05	5.8	5.8	4.5	4.5	5
27-May-05	6.5	5.2	4.6	4.2	5.2
27-May-05	6.5	5.2	4.6	4.5	5.2
27-May-05	6.5	5.2	4.6	4.5	5.2
01-Jun-05	3.2	2.8	4.5	4.4	4.8
01-Jun-05	5.8	4.8	4.5	4.4	4.8
02-Jun-05	6.1	4.6	4.4	4.4	5.1
02-Jun-05	6.5	5.2	4.5	4.5	5
02-Jun-05	7.2	5.8	4.5	4.5	5.1
03-Jun-05	7.4	6.4	4.4	4.2	5
03-Jun-05	6.3	6.8	4.4	4.4	5
03-Jun-05	6.3	6.8	4.4	4.4	5

07-Jun-05	5.8	6	4.7	4.8	4.8
07-Jun-05	5.8	6.6	4.7	4.8	4.8
07-Jun-05	5.8	6.6	4.7	4.8	4.8
14-Jun-05	5.1	6	4	4	4.5
14-Jun-05	7.3	6.2	4	4	4.5
15-Jun-05	4	6.4	4.2	4.5	4.4
15-Jun-05	4	6.4	4.2	4.5	4.4
15-Jun-05	4	6.4	4.3	4.4	4.4
16-Jun-05	6.7	6.4	4.4	4.5	4.5
16-Jun-05	6.8	6.6	4.4	4.5	4.5
21-Jun-05	6	6.2	4.4	4.3	4.5
21-Jun-05	6	6	4.4	4.2	4.5
21-Jun-05	6	6	4.4	4.2	4.5
22-Jun-05	6.5	6.6	4.5	4.1	4
22-Jun-05	6.5	6.6	4.5	4.5	4.8
22-Jun-05	6.5	6.6	4.5	4.5	4.8
23-Jun-05	6.6	6.5	4	4.4	4.9
23-Jun-05	6.6	6.5	4.3	4.5	4.9
23-Jun-05	6	6.2	4.4	4.3	5
24-Jun-05	5.1	6.5	4.5	4.4	5
24-Jun-05	6.4	6.5	4.5	4.5	5
24-Jun-05	6.5	6.8	4.6	4.4	5
29-Jun-05	6.5	6.3	4.2	4.2	4.5
29-Jun-05	6.7	7	4.2	4.2	4.5
29-Jun-05	6.7	7	4.2	4.2	4.5
30-Jun-05	7	7	4.7	4.3	4.8
30-Jun-05	7	7	4.7	4.3	4.8
06-Jul-05	7.5	6.4	4	4.2	4
06-Jul-05	7.5	6.4	4	4.2	4.5
06-Jul-05	7.5	6.4	4	4.2	4.5
07-Jul-05	7.5	6.4	4.2	4	4.5
07-Jul-05	7.3	6.4	4.4	4.3	4.5
07-Jul-05	7.3	6.4	4.4	4.3	4.5
08-Jul-05	8	6.4	4.5	4	4.8
08-Jul-05	8	6.4	4.5	4	4.8
12-Jul-05	6	6.6	4	4	4.4
12-Jul-05	6	7	4.1	4	4.4
12-Jul-05	6	7	4.1	4.2	4.8
13-Jul-05	7.6	6.5	4.1	4.4	4.9
13-Jul-05	7.6	6.5	4.1	4.4	4.9
13-Jul-05	7.5	6.5	4.1	4.4	4.9
14-Jul-05	6	6.4	4.2	4.2	4.8

14-Jul-05	6	6.4	4.2	4.2	4.8
21-Jul-05	3.6	4.9	4.4	4.2	4.5
21-Jul-05	5.7	5.6	4.4	4.2	4
21-Jul-05	5.2	5.2	4.4	4.2	4
22-Jul-05	5.6	5	4.1	4.2	4.8
22-Jul-05	5	5.5	4.1	4.5	5
22-Jul-05	5.2	5.6	4.1	4.5	5
26-Jul-05	5	5.4	-	4.4	5.2
26-Jul-05	5.2	5.4	-	4.8	5.3
26-Jul-05	5.2	5.4	-	5	5.4
27-Jul-05	5.6	5.3	4	5.3	6
27-Jul-05	5.6	5.3	4.2	5.3	6
27-Jul-05	5.6	5.3	4	5	5.5
28-Jul-05	5.7	5.6	4.2	4	5.1
28-Jul-05	5.7	5.6	4.2	4	5.1
28-Jul-05	5.7	5.6	4.2	4	5.1
02-Ago-05	6.9	6	3.9	4.1	4.9
02-Ago-05	6	6	3.8	4.2	4.8
02-Ago-05	6	6	3.8	4.2	4.8
03-Ago-05	7.8	6	4.2	4	5.1
03-Ago-05	3.2	4	4	4.1	4.8
03-Ago-05	6	5.8	4	4.1	4.8
09-Ago-05	5.6	5.6	-	4.8	4.5
09-Ago-05	5	5.5	-	4.8	4.5
09-Ago-05	5	5.6	-	4.8	4.5
10-Ago-05	6.1	6	4.6	4.8	4.8
10-Ago-05	6.1	6	4.6	4.8	5.2
10-Ago-05	6	6	4.6	4.8	5.2
12-Ago-05	6	6	4.2	4.2	4
12-Ago-05	6	6	4.2	4.2	4
12-Ago-05	6	6	4.2	4.2	4
Promedio	5.57	5.85	4.19	4.17	4.65
Promedio Linea	5.71		4.34		
Desv. Stand.	1.18	0.92	0.29	0.39	0.42
Nª Datos	183	183	161	177	175
I. de C.	5.5 – 5.8		4.2 – 4.3		

Resultados. Presión de vapor. Entrada Cocinas

Pv. ENTRADA. COCINAS. (psi)					
	LÍNEA 1		LÍNEA 2		
Fecha	Cocina 1	Cocina 2	Cocina 4	Cocina 5	Cocina 6
01-Mar-05	5.4	-	2.5	3.5	3
01-Mar-05	5.4	4.2	2.5	3.5	3
01-Mar-05	5	1	2.3	3.5	2.8
02-Mar-05	6	4.2	2.8	3	3.2
02-Mar-05	5.8	3.8	2.8	3	3.2
03-Mar-05	4.8	2	2.5	3.4	2.8
03-Mar-05	4.5	2	2.5	3.5	2.8
03-Mar-05	4.4	1.8	2.5	3.4	2.8
04-Mar-05	5.4	3.2	1.8	3.5	2.8
04-Mar-05	5.4	3.2	1.8	3.5	2.9
14-Mar-05	5.8	4	-	4.8	3.6
14-Mar-05	5.5	4	-	4.5	3.5
14-Mar-05	5.6	4	-	4.5	3.5
15-Mar-05	5.2	2.5	-	4.2	3
15-Mar-05	5.4	2.5	2.6	4	3.5
15-Mar-05	5.4	2.5	2.6	4	3.5
16-Mar-05	4.8	1	1.8	3.5	2.4
16-Mar-05	5.2	2	2.4	3.5	2.5
16-Mar-05	5.2	2	2.4	3.5	2.5
17-Mar-05	4.6	1	2.4	3.5	2.5
17-Mar-05	5	2	2.4	3.5	2.5
17-Mar-05	5	2	2.4	3.5	2.5
18-Mar-05	5.7	3	2.5	3.8	2.7
18-Mar-05	5.6	3	2.5	3.8	2.7
29-Mar-05	5.6	2.4	2	4.4	3
29-Mar-05	5.6	2.4	2.3	4	3
29-Mar-05	5.5	3	2.2	3.5	3
30-Mar-05	4.9	3	2.4	3.3	2.6
30-Mar-05	6.5	3.1	2	3.5	2.5
30-Mar-05	5.5	3.1	2	3.5	2.5
31-Mar-05	5.9	2.4	2.2	3.6	3.8
31-Mar-05	5.7	2.8	2	3.5	3
05-Abr-05	5	2.5	2.5	3.8	2.8
05-Abr-05	6	2.5	2.5	3.8	2.8
06-Abr-05	5	2	2.5	3.5	2.3
06-Abr-05	5.5	2	2.5	3.5	2.3
06-Abr-05	5.6	2	2.5	3.5	2.3
07-Abr-05	5.4	2.5	2.8	3.6	2.3

07-Abr-05	5.4	2.5	2.8	3.5	2.5
08-Abr-05	5	2.8	-	-	2.5
08-Abr-05	5.5	3	-	-	2.8
08-Abr-05	5.6	3.8	-	-	2.8
09-Abr-05	7.3	3.5	-	3.8	2.5
09-Abr-05	7.3	3.5	-	3.8	2.5
09-Abr-05	7	3.5	-	3.8	2.5
10-Abr-05	7.3	3.5	2.2	3.6	3.2
10-Abr-05	7.3	3.5	2.2	3.6	3.5
10-Abr-05	8.6	5.5	2.2	3.5	3.5
11-Abr-05	7.5	4.2	2.8	3.4	3
11-Abr-05	7.5	4.2	2.8	3.4	3
11-Abr-05	8	4.6	2.8	3.5	3
12-Abr-05	7	3.5	-	3.6	3.5
12-Abr-05	7	3.5	-	3.6	3.5
13-Abr-05	5.5	3	-	-	3.5
13-Abr-05	7	5	-	-	4
13-Abr-05	8	5	-	-	4
20-Abr-05	7.1	4.9	3.5	3.9	-
20-Abr-05	7.5	5.1	3.3	4	-
20-Abr-05	8	4.5	3.3	3.8	-
21-Abr-05	7.5	5	2.5	3.9	-
21-Abr-05	7	4.2	2.8	3.7	-
21-Abr-05	7	4.2	2.8	3.7	-
22-Abr-05	7.4	5	2.9	4	3.2
22-Abr-05	7.4	5	2.8	4	3.2
22-Abr-05	7.4	5	2.8	4	3.2
26-Abr-05	5	3	-	3.5	3
26-Abr-05	5.5	5	-	3.5	3
26-Abr-05	5.8	4.5	-	3.5	3
27-Abr-05	6.5	4.2	2.8	3.8	4.2
27-Abr-05	6.8	4	2.8	3.8	4
27-Abr-05	6.5	4	2.8	3.8	4
28-Abr-05	7.7	3.6	2.7	3.8	4.2
03-May-05	6.8	3.3	3	3.4	3.5
03-May-05	6.8	3.3	3	3.4	3.5
10-May-05	3.4	1.5	2.5	3.8	4
10-May-05	4	2	3	3.8	4
12-May-05	5.6	2	3	4	3.9
12-May-05	5.6	2	3	3.8	3.8
12-May-05	5.6	2	3	3.8	3.8
13-May-05	6.6	2.5	3	3	3.9

13-May-05	6.6	2.5	3	3	3.8
13-May-05	6.6	2.6	3	3	3.8
16-May-05	4.8	2.5	2	3.4	3
16-May-05	4.8	2.5	2	3.4	3
17-May-05	6	3.6	2.6	4	3.6
17-May-05	5.5	3.1	2.7	4	4
17-May-05	5.6	3.1	2.7	4	4
23-May-05	6.2	4	3	4.5	4.4
23-May-05	6.2	4	3	4.5	4.4
23-May-05	6.2	4	3	4.5	4.4
24-May-05	6.4	4.5	3.2	4	4.3
24-May-05	6.4	4.5	3.2	4	4.3
24-May-05	6.4	4.6	3.2	4	4
25-May-05	5.5	2.6	2.6	4	4.1
25-May-05	5.4	2.6	2.6	4	4.1
25-May-05	5.4	2.6	2.6	4	4.1
26-May-05	5.8	2.5	2.8	4	4
26-May-05	5.8	2.5	2.8	4	4
26-May-05	5.8	2.5	2.8	4	4
27-May-05	5.8	2.5	3.4	3.8	4
27-May-05	5.8	2.5	3.4	3.8	4
27-May-05	5.8	2.5	-	-	-
01-Jun-05	6.5	2.8	2.5	4.2	4
01-Jun-05	6.5	2.8	2.5	4.2	4
02-Jun-05	6.1	3.1	3	4.2	4
02-Jun-05	6.3	3.8	3.2	4.4	4
02-Jun-05	6.3	3.5	3.2	4.4	4
03-Jun-05	7.9	3.9	2.5	4	4.2
03-Jun-05	7.3	4.7	2.6	4.1	4.2
03-Jun-05	7.3	4.7	2.6	4.1	4.2
07-Jun-05	5.5	3	3	4.6	4
07-Jun-05	8.5	5.8	3	4.5	4
07-Jun-05	8.5	5.8	3	4.5	4
14-Jun-05	6.6	4.9	2.5	3.7	3.5
14-Jun-05	6.3	4.7	2.6	3.8	3.5
15-Jun-05	6	3.6	3	4	3.2
15-Jun-05	6	3.6	3	4	3.2
15-Jun-05	6	3.6	3	4	3.2
16-Jun-05	6.1	3.5	3	4	3.2
16-Jun-05	6.5	3.8	3	4	3.2
21-Jun-05	5.4	4	3	3.8	4
21-Jun-05	5.6	3.9	3	3.8	3.6

21-Jun-05	6	3.6	3	3.8	3.6
22-Jun-05	6.5	4.6	3	4	3.4
22-Jun-05	6.5	4.6	3	4	3.5
22-Jun-05	6.5	4.5	3	4	3.5
23-Jun-05	7.1	4.9	3	4	4
23-Jun-05	6.8	4.6	3	4.2	4
23-Jun-05	6	4	3	4	4
24-Jun-05	6	4.4	3.4	4	3.8
24-Jun-05	6.4	5.3	3.4	3.8	3.9
24-Jun-05	8	6.5	3.4	3.8	4
29-Jun-05	6.5	4	2.5	3.8	4
29-Jun-05	6.6	4	2.5	3.5	4
29-Jun-05	6.6	4	2.5	3.5	4
30-Jun-05	7.8	5	3.5	4	3.5
30-Jun-05	7.8	5	3.5	4	3.6
06-Jul-05	7	4	3	4	3.6
06-Jul-05	7	4	3.5	4	3.5
06-Jul-05	7	4	3.5	3.8	3.5
07-Jul-05	7.5	5.6	3	3.9	3.5
07-Jul-05	7.5	5.6	3.2	3.9	3.5
07-Jul-05	7.5	5.8	3.2	3.9	3.5
08-Jul-05	8	3.6	3	3.9	4
08-Jul-05	8	3.6	3	3.9	4
12-Jul-05	6.6	4.9	2.5	4	3.4
12-Jul-05	8.8	7.8	3	3.6	3.5
12-Jul-05	8.8	7.8	3	3.8	3.6
13-Jul-05	8.5	4.9	2.4	4.1	4
13-Jul-05	8.6	4.8	2.4	4.1	4
13-Jul-05	8.6	4.8	2.4	4.1	4
14-Jul-05	8.1	5.3	3	4	3.5
14-Jul-05	8.3	5	3	4	3.5
21-Jul-05	3.5	3	2.8	3.2	4
21-Jul-05	4.8	3	2.8	3	3.8
21-Jul-05	4.5	3	2.8	3	3.8
22-Jul-05	5.4	3	3	3.5	4
22-Jul-05	5	3.8	3	4	4
22-Jul-05	5	3.8	3	4	4
26-Jul-05	5.4	4	-	4	3.8
26-Jul-05	5.4	4	-	4	3.8
26-Jul-05	5.4	4	-	5	4
27-Jul-05	5.4	3.5	3.8	5	4.5
27-Jul-05	5.4	3.5	3.8	5	4.2

27-Jul-05	5.5	3.5	3.8	4	4.2
28-Jul-05	5.6	3.2	3.8	3.8	4
28-Jul-05	5.6	3.2	3.8	3.8	4
28-Jul-05	5.6	3.4	3.8	4	4
02-Ago-05	6.4	4.9	2.5	4	3.9
02-Ago-05	7.6	4.8	2	4	4
02-Ago-05	7.5	4.5	2	4	4
03-Ago-05	8.2	3.9	3.8	4	4
03-Ago-05	4.8	2.8	1.8	3.8	4
03-Ago-05	5.5	3	1.8	3.8	4
09-Ago-05	6.8	4	-	4.5	4
09-Ago-05	5	4.8	-	4.3	4
09-Ago-05	5	4.1	-	4.3	4
10-Ago-05	6	4.3	2.8	4.5	4
10-Ago-05	6	4	2.8	4.5	4
10-Ago-05	6	4	2.8	4.5	4
12-Ago-05	6.9	5.1	2	2.8	2.8
12-Ago-05	6.9	5	2	2.8	2.8
12-Ago-05	6.9	5	2	2.8	2.8
Promedio	6.24	3.68	2.77	3.84	3.52
Promedio Línea	4.96		3.38		
Desv. Stand.	1.09	1.15	0.46	0.40	0.57
N° Datos	183	182	158	176	176
I. de C.	4.7 – 5.1		3.3 – 3.4		

Anexo E. Evaluación de las propiedades de Cocción de la hojuela en laminadores de la Línea 2

Resultados Exp. Y Sep. Hojuela de Laminadores

Fecha	LAMINADOR 4		LAMINADOR 5		LAMINADOR 6	
	Exp. (cms)	Sep. (mms)	Exp. (cms)	Sep. (mms)	Exp. (cms)	Sep. (mms)
28 de Junio	5,58	2	5,46	1,25	4,78	1
29 de Junio	6,5	2,12	6,63	2,87	4,95	1,12
	5,65	2	8,24	2	7,03	1,62
30 de Junio	5,7	2	6	4	5,3	1,25
	6,11	2,2	7,27	2,25	6,66	1,62
7 de Julio	6,21	3,12	6,54	2,25	6,85	2
	5,16	2,75	6,32	2,25	4,81	1
8 de Julio	5,5	1,12	6,9	1,8	6,52	2

	5,67	2	7,11	2	6,65	1
11 de Julio	5,71	3	7,01	2,25	6,23	1
	5,68	1,37	7,01	2	5,61	1,12
12 de Julio	5,46	2,25	6,76	2	6,7	2
	4,93	1	6,57	2	6,22	1
15 de Julio	6,03	2,5	6,35	2	5,45	2
	4,98	1	6,9	1	6,35	1
N° Datos	15	15	15	15	15	15
Promedio	5,71	2,10	6,73	2,21	5,98	1,41
Desv.Stand.	0,44	0,67	0,62	0,67	0,78	0,44
I. de C.	5.4 – 5.9	1.7 – 2.4	6.3 – 7.0	1.8 – 2.5	5.5 – 6.4	1.1 – 1.6

Anexo F. Evaluación de variables en las operaciones de Secado, Enfriado y Premolienda

Resultados. Humedad Hojuela. Salida Secador

HUMEDAD HOJUELA. SALIDA SECADORES (%)			
Fecha	Línea 1		Línea 2
	Secador 1	Secador 2	Secador 3
02-Ago-05	13.6	12.4	11.1
02-Ago-05	13.14	12.42	11.74
02-Ago-05	13.06	12.08	11.62
03-Ago-05	12.99	11.2	12.25
03-Ago-05	12.3	11.8	11.6
03-Ago-05	12.46	12.3	12.14
04-Ago-05	12.5	11.26	11.54
04-Ago-05	12.41	12.14	12.11
05-Ago-05	12.41	11.6	11.9
05-Ago-05	12.2	10.42	11.8
05-Ago-05	11.9	11.9	12.41
05-Ago-05	12.35	12.26	13
05-Ago-05	11.7	12.7	11.93
09-Ago-05	11.07	11.16	11.7
09-Ago-05	12.06	12.03	12.68
10-Ago-05	11.49	11.55	12.23
10-Ago-05	12.4	11.2	11.4
10-Ago-05	11.68	12.8	11.92
10-Ago-05	13	12	12.1
11-Ago-05	12.61	11.05	10.66

11-Ago-05	11.55	11.53	10.34
16-Ago-05	11.4	12.6	10.8
17-Ago-05	12.28	12.25	11.79
17-Ago-05	10.7	11	12.8
17-Ago-05	11	13.01	11.42
18-Ago-05	12.25	10.64	11.24
19-Ago-05	12.11	11.6	11.44
19-Ago-05	11.4	12.1	11.7
23-Ago-05	11.54	11.1	11.38
23-Ago-05	12.4	11.3	11.25
23-Ago-05	11.8	11.3	11.93
23-Ago-05	12.4	12.5	11.01
25-Ago-05	12.8	13.1	11.1
25-Ago-05	13.7	12.2	11.6
25-Ago-05	12.8	12.3	12.1
30-Ago-05	12.5	12.5	11.42
30-Ago-05	12.99	13.57	10.44
31-Ago-05	12.8	13.3	12
31-Ago-05	12.36	12.63	12.71
Promedio	12.26	11.97	11.70
Promedio Línea	12.11		11.71
Desv. Stand.	0.68	0.74	0.61
N° Datos	39	39	39
I. de C.	11.8- 12.3		11.5 – 11.9

Resultados. T° Hojuela. Salida Secador

T° HOJUELA. SALIDA SECADORES (°C)			
	Línea 1		Línea 2
Fecha	Secador 1	Secador 2	Secador 3
02-Ago-05	42.6	42.5	61.1
02-Ago-05	42.3	43.3	61.1
02-Ago-05	43.4	42.5	60.9
03-Ago-05	43.9	43.4	62
03-Ago-05	43.1	42.2	61
03-Ago-05	42.5	42.3	61.1
04-Ago-05	44.9	44.9	64.4
04-Ago-05	47.7	45.5	64.8
05-Ago-05	45.8	45.4	66.4
05-Ago-05	47.5	48.8	63.4
05-Ago-05	47.9	48.4	66
05-Ago-05	47	47.6	65.9

05-Ago-05	45.8	45.4	66.4
09-Ago-05	45.2	45	58.4
09-Ago-05	43.6	44.9	61
10-Ago-05	43.2	42.1	61.3
10-Ago-05	42.6	42.2	63.6
10-Ago-05	42.5	43.6	64.4
10-Ago-05	42.8	41.9	63.3
11-Ago-05	44.9	49.7	62.3
11-Ago-05	43.9	45.6	64.1
16-Ago-05	43.5	42.3	58.3
17-Ago-05	42.3	43.1	54.5
17-Ago-05	49.9	48.5	54.3
17-Ago-05	50.5	42.5	59
18-Ago-05	42.9	43.8	57.9
19-Ago-05	42.7	41.9	59
19-Ago-05	43.2	42.1	58
23-Ago-05	39	40	60.3
23-Ago-05	39.1	39.2	59.9
23-Ago-05	43.1	42.9	58.1
23-Ago-05	43.4	43.4	59.9
25-Ago-05	39.4	40	59.6
25-Ago-05	39.6	40.1	54.9
25-Ago-05	43.4	43.9	54.9
30-Ago-05	41.6	43.4	54.5
30-Ago-05	42.3	41.9	54.8
31-Ago-05	42.4	42	55
31-Ago-05	42.5	43.2	55
Promedio	43.69	43.63	60.28
Promedio Línea	43.66		60.90
Desv. Stand.	2.61	2.47	3.71
Nº Datos	39	39	39
I. de C.	42.8 – 44.4		59.6 – 62.1

Resultados. Humedad Hojuela. Entrada Enfriadoras

HUMEDAD HOJUELA. ENTRADA ENFRIADORAS (%)		
Fecha	Línea 1	Línea 2
	Enfriadora 1	Enfriadora 2
02-Ago-05	12.3	11
02-Ago-05	12.22	12.22
02-Ago-05	11.9	11.49
03-Ago-05	11.6	11.71

03-Ago-05	11.1	11.3
03-Ago-05	10.89	11.39
03-Ago-05	11.45	11.59
04-Ago-05	11.9	12.45
04-Ago-05	11.7	11.2
04-Ago-05	11.7	11.6
04-Ago-05	11.4	11.8
05-Ago-05	11.9	11.64
05-Ago-05	11.43	11.8
05-Ago-05	11.98	11.84
08-Ago-05	11.6	12.99
09-Ago-05	11.37	11.02
09-Ago-05	10.68	11.77
10-Ago-05	11.96	10.87
10-Ago-05	11.94	11.52
10-Ago-05	11.72	11.32
10-Ago-05	11.62	11.7
10-Ago-05	11.6	11.91
11-Ago-05	10.8	10.98
11-Ago-05	11.25	10.11
16-Ago-05	11.78	9.53
16-Ago-05	12.18	11.7
17-Ago-05	13.2	11.23
17-Ago-05	11.06	12.22
18-Ago-05	10.6	10.63
19-Ago-05	12.4	10.59
19-Ago-05	10.83	10.81
23-Ago-05	12	11.96
23-Ago-05	11.2	11.5
23-Ago-05	12.1	11.3
23-Ago-05	12.2	11.15
25-Ago-05	11.4	11.8
25-Ago-05	12.2	12.6
30-Ago-05	12.6	11.04
30-Ago-05	13.2	11
31-Ago-05	12.02	11.76
31-Ago-05	11.54	11.73
Promedio	11.72	11.46
Desv. Stand.	0.59	0.64
N° Datos	41	41
I. de C.	11.5 – 11.9	11.2 – 11.6

Resultados. T° Hojuela. Entrada Enfriadoras

T° HOJUELA. ENTRADA ENFRIADORAS (°C)		
Fecha	Línea 1	Línea 2
	Enfriadora 1	Enfriadora 2
02-Ago-05	32	44
02-Ago-05	34	42
02-Ago-05	36	42
03-Ago-05	35	44
03-Ago-05	31	42
03-Ago-05	35	40
03-Ago-05	32	40
04-Ago-05	30	42
04-Ago-05	37	46
04-Ago-05	37	48
04-Ago-05	37	46
05-Ago-05	36	48
05-Ago-05	38	46
05-Ago-05	36	47
08-Ago-05	37	46
09-Ago-05	36	40
09-Ago-05	36	42
10-Ago-05	32	47
10-Ago-05	33	46
10-Ago-05	33	48
10-Ago-05	32	46
10-Ago-05	32	48
11-Ago-05	32	46
11-Ago-05	33	47
16-Ago-05	30	40
16-Ago-05	29	40
17-Ago-05	35	44
17-Ago-05	35	40
18-Ago-05	34	44
19-Ago-05	33	42
19-Ago-05	36	48
23-Ago-05	32	41
23-Ago-05	30	40
23-Ago-05	36	38
23-Ago-05	36	40
25-Ago-05	38	42
25-Ago-05	36	46

30-Ago-05	32	40
30-Ago-05	36	40
31-Ago-05	34	40
31-Ago-05	34	40
Promedio	34.10	43.37
Desv. Stand.	2.40	3.11
N° Datos	41	41
I. de C.	33.3 – 34.8	42.3 – 44.3

Resultados T° Hojuela. Entrada Pre-molienda

T° HOJUELA. ENTRADA PRE-MOLIENDAS (°C)		
	Línea 1	Línea 2
Fecha	Bco. Pre-mol 1	Bco. Pre-mol. 2
02-Ago-05	22.1	24.6
02-Ago-05	22.5	23.8
02-Ago-05	22.6	26.2
03-Ago-05	20.9	20.5
03-Ago-05	22	22.3
03-Ago-05	23.2	23.6
03-Ago-05	22.6	23.4
03-Ago-05	22.4	22.3
04-Ago-05	21.5	22.9
04-Ago-05	21.6	22.3
04-Ago-05	21.3	21.8
04-Ago-05	21.4	22
05-Ago-05	21.5	22.2
05-Ago-05	21.6	22.1
08-Ago-05	22.3	22.4
08-Ago-05	22	22.5
09-Ago-05	22.1	23.1
09-Ago-05	22.9	22.7
10-Ago-05	21.5	21.9
10-Ago-05	21.3	22.6
10-Ago-05	21.4	22
10-Ago-05	21.6	22.3
10-Ago-05	21.3	21.5
11-Ago-05	23.9	23.1
11-Ago-05	22.9	23.4
16-Ago-05	20.2	20.8
16-Ago-05	20.3	20.9
23-Ago-05	21.3	23.1
23-Ago-05	22.3	25.5

23-Ago-05	20.3	22.3
23-Ago-05	22.3	22.8
Promedio	21.84	22.67
Desv. Stand.	0.85	1.22
Nº Datos	31	31
I. de C.	21.5 – 22.1	22.2 – 23.1